



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Eveli Eliaser

**NAERI-HIILAMARDIKATE (*Brassicogethes aeneus* Fab.) JA
TOLMELDAJATE NAKATUMINE ENTOMOPATOGEENSE
SEENEGA *Beauveria Bassiana* Vuill., KASUTADES
PREPARAATI BOTANIGARD 22WP RAPSIL (*Brassica napus*
L.)**

INFECTION OF POLLEN BEETLES (*Brassicogethes aeneus* Fab.) AND POLLINATORS
WITH ENTOMOPATHOGENIC FUNGUS *Beauveria bassiana* Vuill., USING
BOTANIGARD 22WP ON SPRING OILSEED RAPE (*Brassica napus* L.)

Magistritöö

Maastikukaitse- ja hoolduse õppekaval

Juhendajad: Reet Karise PhD

Prof Marika Mänd

Tartu 2018

Eesti Maaülikool		Magistritöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Eveli Eliaser		Õppekava: Maastikukaitse- ja hooldus	
Pealkiri eesti keeles: Naeri-hiilamardikate (<i>Brassicogethes aeneus</i> Fab.) ja tolmeldajate nakatumine entomopatogeense seenega <i>Beauveria bassiana</i> Vuill.,kasutades preparaati BotaniGard 22WP rapsil (<i>Brassica napus</i> L.)			
Lehekülgi: 56	Jooniseid: 13	Tabeleid: 1	Lisasid: 1
Osakond/Õppetool: Põllumajandus ja keskkonnainstituut/ Keskkonnakaitse ja maastikukorralduse õppetoo			
Juhendaja(d): Reet Karise, PhD.			
Professor Marika Mänd			
Kaitsmise kuupäev: 31.05.2018			
Lühikokkuvõte: Suured rapsipõllud on loonud soodsad tingimused ristõieliste kahjurite arvukuse tõusuks. Enamlevinud kahjuriks rapsil on naeri-hiilamardikas, mille tõrje tegemata jätmisel on kahjud seemnesaagile 70-80%. Seetõttu on pestitsiidide kasutamine põllumajanduses peaaegu paratamatu. Aga see toob kaasa tolmeldajate arvukuse vähenemise põllumajandusmaastikel. Uurimistöö eesmärkideks oli selgitada entomopatogeense preparaadi BotaniGard 22WP efektiivsus naeri-hiilamardikate tõrjumisel ning sellest tulenevat riski tolmeldajatele. Katstes kasutati entomopatogeense seenpreparaati BotaniGard 22WP. Andmete kogumine toimus 2017. a. suvel Rõhu Katsejaama suvirapsi põllul. Selleks tehti 4 iseseisvat katset, 2 neist naeri-hiilamardikatega ja 1 meemesilastega ja 1 karukimalastega. Hiilamardikate puhul töödeldi põldu preparaadiga ja kolm päeva hiljem käidi mardikaid laborisse toomas. Mesilaste ja kimalastega töödeldi katsevariante laboris. Katsete puhul jälgiti suremust pestitsiididega töödeldud toitunud mardikaid ja mesilaslaadsetel kontaktil preparaadiga. Uurimistöö tulemustest selgus, et kasutatud doos ei andnud märkimisväärsed tulemusi tõrjeks naeri-hiilamardikate vastu ja meemesilaste ega kimalaste suremus ei tõusnud töödeldud variandi puhul.			
Märksõnad: raps, biopestitsiidid, <i>Beauveria bassiana</i> , naeri-hiilamardikas, mesilaselaadsed			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Master's Thesis abstract	
Author: Eveli Eliaser		Curriculum: Landscape protection and preservation	
Title: Infection of pollen beetles (<i>Brassicogethes aeneus</i> Fab.) and pollinators with entomopathogenic fungus <i>Beauveria bassiana</i> Vuill., using BotaniGard 22WP on spring oilseed rape (<i>Brassica napus</i> L.)			
Pagesi: 56	Figures: 13	Tables: 1	Appendixes: 1
Department/ Chair: Institute of Agricultural and Environmental Sciences / Chair of Environmental Protection and Landscape Management Supervisors: Reet Karise, PhD. Professor Marika Mänd Place and date: 31.05.2018			
<p>Abstract: Large oilseed rape fields have created favorable conditions for the increase of the numbers of cruciferous pests. The most common pest of oilseed rape is the pollen beetle, by which the failure of the control can allow the damages as high as 70-80% of the crop yield. Therefore, the use of pesticides in agriculture is inevitable. But this leads to the reduction in the number of pollinators in agricultural landscapes. The aim of the research was to analyse the efficiency of the preparation BotaniGard 22WP against pollen beetles and the possible risk for pollinating bees. The BotaniGard 22WP entomopathogenic fungal preparation was used for testing. The data collection took place in summer 2017. in Rõhu Experimental Station (EMU) on spring oilseed rape field. For this purpose, 4 independent experiments were carried out, 2 of them with pollen beetles and 1 honeybees and 1 bumblebees. In the case of pollen beetles, the field treatments with the preparation were made three days before the collection of beetles or honey bees. The mortality rate was determined by daily observations in the laboratory. The honeybee and bumblebee treatments were carried through in lab conditions. The results of the research indicate that the dose used did not achieve significant control against the pollen beetles, and had no negative effect on honeybees and bumblebees.</p>			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	9
1.1 Taimekaitse ja sellega kaasnevad probleemid.....	9
1.2. Tolmeldamise roll põllumajanduses.....	12
1.2.1 Tolmeldajate arvukuse langus	13
1.2.2 Taimekaitsevahendid ja mesilased	14
1.3 Raps.....	16
1.3.1 Kahjustajad rapsil	17
1.3.2 Tolmeldajad rapsil.....	18
1.3.3 Integreeritud taimekaitse rapsil	18
1.4 Biopestitsiidid.....	20
1.4.1. Biopestitsiidide jaotus	21
1.4.2 Entomopatogeenne seen <i>Beauveria Bassiana</i> ja selle kasutamine.....	23
2. MATERJAL JA METOODIKA	25
2.1 Katse koht ja aeg	25
2.1.1 Meteoroloogilised tingimused	25
2.2 Preparaat BotaniGard 22 WP ja töötused.....	26
2.3 Entomoloogilise materjali kogumine ja laboratoorsed tööd.....	27
2.3.1 Naeri-hiilamardikate arvukus põllul ja nakatumine	27
2.3.2 Meemesilaste ja karukimalaste nakatumine laborikatses	29
2.3.3 Statistiline andmetöötlus	30
TULEMUSED.....	31
3.1 Õite arv.....	31
3.2 Naeri-hiilamardikad.....	32
3.2.1 Naeri-hiilamardikate arvukus katseperioodil.....	32
3.2.2 Preparaadi mõju naeri-hiilamardikatele	33
3.3 Preparaadi mõju meemesilastele ja karukimalastele	35
ARUTELU	37
KOKKUVÕTE.....	40

KASUTATUD KIRJANDUS	42
LISA	56
Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.....	56

SISSEJUHATUS

Murranguline rahvarvu kasv, peale Teist Maailmasõda tõi põllumajandusviiside- ja tehnika arengus kaasa suured muutused (Padgitt, *et al.* 2000; Dimitri, *et al.* 2005). Põllumajanduses hakati kasvatama suurematel pindadel väiksemat arvu, kuid see-eest saagikamaid kultuure. Taimede tootlikkuse suurendamiseks võeti kasutusele taimekaitsevahendid ja mineraalväetised, see on aga viinud muldade degradeerumise, elurikkuse ja mullaviljakuse vähenemiseni põllumajandusmaastikel ja veekogude saastumiseni (Flohre, *et al.* 2011; Beketov, *et al.* 2013; Virto, *et al.* 2015).

Üheks selliseks levinud monokultuuriks on raps. Raps (*Brassica napus* L.) on tänaseks muutunud üheks olulisemaks tuluallikaks taimekasvatases nii Euroopas tervikuna, kui ka Eestis (Alford, *et al.* 2003; Kovács, *et al.* 2015). 1990. aastate alguses hakati Eestis kasvatama suvirapsi ning 2000. aastal kasvasid külvipinnad juba märkimisväärselt 5 kordseks, moodustades kogu põllukultuuride kasvupinnast 7,2% (Aamisepp, Matveev, 2012; Eesti Taimekasvatuse Instituut, 2016). Viimastel aastatel on rapsi kasvupinnad Eestis stabiliseerunud, mille tõenäoliseks põhjuseks on külvikorrast parem kinnipidamine, vältimaks rapsihaiguste ja kahjurite levikut (Ilumäe, Kastanje, 2014). Rapsi külvipindala kasv on loonud meelepäraseid tingimused ristõieliste kahjurputukate arvukuse tõusuks, sest just suured monokultuurid pakuvad neile rohkelt toitumist ja paljunemisvõimalusi (Hokkanen, 2000). Eestis ja Euroopas on naeri-hiilamardikas (*Brassicogethes aeneus* Fab., syn. *Meligethes aeneus* Fab.) enamlevinum ristõieliste kahjur, kelle tõrjumiseks on kasutatud rutiinselt ja tõrjekriteeriume jälgimata püretroide ja neonikotinoide (Williams, 2010; Palagacheva, *et al.* 2014). Euroopas ollakse fakti ees, kus kahjurputukatel on kujunenud resistentsus erinevate preparaatides sisalduvate toimeainete suhtes (Slater, *et al.*, 2011). Seniselt kasutatavad pestitsiidid ei ole enam jätkusuutlikud.

Pestitsiidid ei mõjuta vaid kahjureid, kellele need mõeldud on, vaid satuvad taimede töötlemisel alati ka maapinnale, jätavad jääke taimedesse ja viljadesse ning lõpuks akumuliseeruvad toiduahela tipulülides, mille hulgas on ka inimene. Ohustatud on pritsitud õitel toituvad tolmeldajad ja väheneb põldudel elavate kahjurite looduslike vaenlaste mitmekesisus (Veromann, *et al.* 2006; Williams, 2010; Kaasik, *et al.* 2013). Kahjulikkusealase teadlikkuse kasvu, kahjurite süveneva resistentsuse probleemi tõttu ja nendest tulenevate uuenevate õigusaktide kaudu otsitakse lahendusi taas looduslikematest vahenditest.

Ühe lahendusena on integreeritud taimekaitsesüsteem, mis ei välista pestitsiidide kasutamist, kuid rõhutab pestitsiidide kasutamist kombineeritult profülaktiliste ja agrotehniliste tõrjevõtetega. Teise lahendusena asendamaks sünteetilisi preparaate võiks senisest enam kasutusele võtta mikrobioloogilisi, botaanilisi või muid keskkonnasõbralikumaid alternatiivseid preparaate (Nyadar, *et al.* 2016).

Euroopa Liidus on seniselt registreeritud väga vähe mikrobioloogilisi preparaate. Euroopa Liidus on väga rangelt reglementeerinud taimekaitsevahendite kontrollimise ja nende kasutamisele lubamise süsteem. Uute preparaatide kasutusele võtmise eelduseks on igale liikmesriigile sobivate kasutusmeetodite välja töötamine, tõhususe ning ohutuse hindmine, mis tervikuna on pikaajaline ja kallis protsess (European Crop Protection, 2018) ning mis turvalisuse kõrval teeb ka uute preparaatide turule tulemise keerukamaks. Just mikrobioloogiliste vahendite hulgas on palju neid, mille toime efektiivsus sõltub keskkonnatingimustest. Preparaadid, mis ühtedes regioonides või tingimustes hästi töötavad, ei pruugi seda teha teistes oludes. Seetõttu on mikrobioloogiliste preparaatide kasutustingimuste testimisel igas riigis eraldi väga oluline osa põllumajanduse keskkonnasõbralikumaks muutmisel. Üks vähestest Euroopas kasutusel olevatest preparaatidest on entomopatogeenset seent *Beauveria bassiana* Vuill. tüve GHA sisaldav BotaniGard 22WP, mis on välja töötatud eelkõige kasvuhoonetes kasutamiseks väikeste kahjurputukate nagu näiteks karilased, lehetäid jm tõrjel. Lisaks on olemas mitmeid uurimistöid, kus selle seenega preparaate on kasutatud erinevate mardikalistest kahjustajate (Lord, 2007; Alyokhin, 2009) ning ka spetsiifiliselt just hiilamardikate vastu (Carreck, *et al.* 2007). Käesoleva töö käigus uuritakse BotaniGard 22WP efektiivsust naeri-hiilamardikate suhtes ja selle mõju rapsil korjel käivatele mesilaslaadsetele putukatele.

Eesmärkideks:

- Uurida, entomopatogeense preparaadi BotaniGard 22WP efektiivsust naeri-hiilamardikate tõrjumisel,
- selgitada, kuidas see preparaat mõjutab meemesilasi ja kimalasi

Uurimustöö küsimused

- Kas BotaniGard 22WP on naeri-hiilamardikate tõrjel efektiivne?

- Kas BotaniGard 22WP ei põhjusta õitele sattuda võivatele meemesilaste ja kimaalste suremuse tõusu?

Avaldan tänu järgmistele isikutele, kes on mind magistritöö tegemisel aidanud:

Reet Karise, kes abistas mind katsete teostamisel ja andmeanalüüsis, ning oli ühtlasi ka mu magistritöö juhendaja.

Marika Mänd, magistritöö kaasjuhendaja, kes aitas lahendada katsete tegemise käigus tekkivaid metoodilisi küsimusi.

Risto Raimets, kes abistas mind meemesilaste ja karukimalaste katsete teostamisel

Uurimustööd rahastasid Haridus- ja Teadusministeerium (IUT36-2), MTÜ Põllukultuuride klastrile ja Maaeluministeerium (Euroopa Innovatsioonipartnerluse programm EIP-AGRI, T170145PKTK).

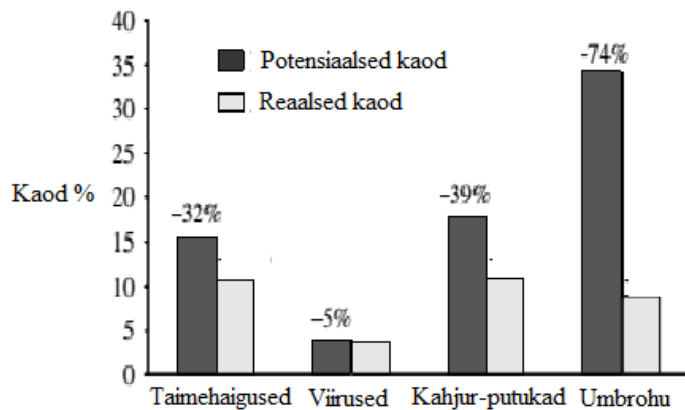
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Taimekaitse ja sellega kaasnevad probleemid

Sõna pestitsiid ehk taimekaitsevahend tuleneb ladina keelest sõnapaarist *pestis caedo*, mis tõlkes tähendab „nuhtluse surma“ (Banaszkiewicz, 2010). Taimekaitsevahendid on mürgkemikaali aine või ainete segu, mis on ette nähtud kahjurite (putukate, lestade, nematoodide, umbrohude) hävitamiseks, kahjustuse ennetamiseks või leevendamiseks. Pestitsiidide ajalugu ulatub tagasi aega 2500 eKr, kui sumerid hõõrusid väävliühendeid kehale kaitseks putukate ja lestade eest, et lõhn kahjurid eemale tõrjuks (Janick, 2004). Ka muistsed egiptlased on katsetanud pestitsiide. Ebersi papüürus, mis on vanim teadaolev meditsiiniline dokument (dateeritud umbes 1550 eKr) kirjeldab üle 800 retsepti, millest paljud neist sisaldavad äratuntavaid aineid, mida kasutatakse ka tänapäeval taimekaitses. Euroopas toimunud põllumajandus revolutsiooniga (aastatel 1750-1880) jõudis taimekaitse suurematesse massidesse. See oli ka aeg, mil hakati kirjutama raamatuid kahjuritõrjest. Umbes 100 aastat hiljem leidis Šveitsi keemik Paul Müller 1939. aastal uue ühendi, mis muutis oluliselt põllumajandustootjate ja kogu maailma inimeste elu (Wagner, *et al.* 2004). Müller avastas DDT insektitsiidseid omadused (diklorodifenüültri-kloroetaan) demonstreerides kartulimardika hukkamist töötlemisel DDT-ga. Sellest kujunes innovatsioon, mis hiljem päädis Nobeli preemiaga. Sünteetiliste pestitsiidide hiilgeaeg saigi alguse aastast 1940 ja praeguse hetkeni on need enim kasutatavamad produktid põllumajanduses (Unsworth, 2010).

Maailmas teatakse ca 9000 kahjurputukat või ämblikulaadset kahjustajat, 50 000 taimehaigust ja 8000 umbrohu liiki, neist 10% kvalifitseeritakse väga oluliste kahjustajate alla (Peshin, Pimentel, 2014). Kõik need vähendavad kultuurtaimede saaki. Saagikadude ärahoidmise eesmärgil tuleb põllumeestel tegeleda taimekaitsega. Taimekahjuritest tingitud saagikaod on ülemaailmselt igal aastal umbes 40% (Oerke, 2005). Eestis keskmiselt tõrje tegemata jätmisel kartuli, söödajuurviljade ja õlikultuuride viljelemisel 30-45% (Uusna, *et al.* 2004). Äärmuslikel aastatel on kaod veelgi suuremad ja võivad ulatuda kuni 70% külvi või saagi hävimiseni. Põhja-Saksamaal 2006. aastal hävitasid naeri-hiilamardikad 30 000 hektaril 100% rapsisaagi ja kahjustada sai 20 000 ha rapsipõlde kahjumiga 25 miljonit eurot (Slater, *et al.* 2011). Lisaks saagikaole põhjustavad taimekahjustajad saagi kvaliteedi langust, kaob saagi kaubanduslik väärtus. Oerke (2005) on leidnud, et saagikuse kõige suuremat potentsiaalset kadu (30%) põhjustavad umbrohud, kusjuures putuk-kahjurite ja patogeenide poolt

tekitatavad potentsiaalsed kaod on tunduvalt väiksemad (ligikaudu 23% ja 17%) (Oerke, 2005). Joonis 1 on ainult haigustekitajate ja kahjurite tõrje efektiivsus ulatub vastavalt 32% ja 39%, võrreldes umbrohtude kontrolliga, mis on peaaegu 74%.



Joonis 1. Taimekaitse tõhusus maailmas patogeenide, viiruste, loomsete kahjurite ja umbrohtude poolt põhjustatud kahjude vähendamisel, hinnangutest rahalise toodangu kaotuse suhtes puuvillaseemne, mais, raps, kartul, riis, sojauba, puuvill, suhkrupeet, tomatid ja nisu näitel aastatel 2001-2003) (Oerke, 2005).

Igal aastal jõuab keskkonda 2 miljardit tonni sünteetilisi taimekaitsevahendeid (Carvalho, 2017). Üksnes Euroopa tarbib sellest 45%, USA's 25% ja Aasias 30%. Taimekaitsevahendite kasutus on viimase kümne aasta jätkuvas tõusutrendis (U.S. Environmental Protection Agency, 2012). Ka Eestis on taimekaitsevahendite kasutamine viie aastaga kahekordistunud (Statistikaamet, 2017). Eestis turustati 2016. aastal toimeaine kogustes arvestatuna 834 tonni taimekaitsevahendeid, mis oli aasta varasemaga 17% rohkem. Kasvanud on nii fungitsiidide, insektitsiidide kui eriti herbitsiidide kasutus. Ülemaailmne insektitsiidide toodang on kasvanud mitmeid aastakümneid ja prognoositakse, et aastaks 2050 ulatub see umbes 10 miljoni tonnini (Tilman, *et al.* 2001). Tulemuseks on taimekaitsevahendite jäägid muldades ja taimedes. Euroopa põldude muldadest võetud proovide tulemustes leiti 21% saastatust glüfosaadiga ning 42% leiti AMPA (*aminomethylphosphonic acid-aminometüülfosfoon hape*) jääke (Silva, *et al.* 2017). Põldude valikul lähtuti seal kasvatatud kultuuridest: teraviljad, söödajuurviljad, raps jne. Eestis läbiviidud põldude proovidest leiti 2016. aastal enim fungitsiidide jääke (53% kõikidest toimeainetest), järgnesid herbitsiidid (23%) ja insektitsiidide jäägid (24%,) (Põllumajandusuuringute Keskus, 2018). Sünteetiliste taimekaitsevahendite jäägid muldades kahjustavad sealset ökosüsteemi ja organisme (Veromann *et al.* 2006; Kaasik *et al.* 2013).

Lisaks kasulike organismide on pikaajaline ja üksluine taimekaitsevahendite kasutamine kaasa toonud kahjustajate resitentsuse, mis nüüdseks on mitmes riigis suureks probleemiks kujunenud (Pimentel, Burgess, 2014). Resistentsus on organismi kohastumus füsioloogilis-keemiliste muutuste kaudu, mille tagajärjel tundlikkus taimekaitsevahenditele väheneb. Resistentsus mõne toimeaine suhtes on avaldunud nii kahjuritel, seenhaigustel kui ka umbrohtudel. Põllumajanduslikult eriti olulise mõjuga on insektitsiidiresistentsus kahjurite tõrjel (Henry, 2018). See tähendab täiendavaid kulutusi ja töömahtude suurenemist põllumajanduses. Ameerika Ühendriikides kulub insektitsiidiresistentsus tõttu hinnanguliselt täiendavatele tehtavatele kulutustele 40 miljonit dollarit.

Euroopas on naeri-hiilamardika resistentsus putukatõrjevahendite suhtes on avaldunud juba ammu (Zimmer, *et al.* 2013). Esmane teade pärineb Poolast 1977 aastal, kui Lakocy avastas, et seniselt kasutatud kloororgaanilistele (DDT) ja fosfororgaanilistele (FO) pestitsiididele on naeri-hiilamardikal avaldunud resistentsus (Lakocy, 1977). Seejärel võeti kasutusele püretroidid ja mõneks ajaks ei registreeritud Poolas ega üheski teises Euroopa riigis kuni 1990-date teise pooleni ühtegi resitentsuse juhtu naeri-hiilamardikatega (Wegorek, Zamoyska, 2008). Praeguseks on Rootsis, Taanis, Saksamaal, Suurbritannias, Prantsusmaal ja Poolas naeri-hiilamardika tundlikkus püretroidides sisalduva aine lambda-tsühalotriin suhtes vähenenud ja esmased ohumärgi on esinenud samuti Eestis ja Soomes (Hansen, 2003; Slater, Nauen, 2007; Tiilikainen, Hokkanen, 2008; Wegorek, Zamojska, 2008; Veromann, Toome, 2011; Heimbach, Brandes, 2016). Mõni aasta tagasi (2009 aastani) ei leitud Eestis hiilamardikate püretroidiresistentsust. Veromann ja Toome (2011) hinnangul oli naeri-hiilamardika tundlikkust püretroidiklassi kuuluva lambda-tsühalotriini suhtes veel väga kõrge (Veromann, Toome, 2011), kuid juba mõni aastat hiljem leiti, et naeri-hiilamardika resistentsus on kasvanud (Kovacs, *et al.*, 2015).

1.2. Tolmeldamise roll põllumajanduses

Tolmeldamine on mutualistlik suhe, mis toimib taimede ja enamikel juhtudel putukate vahel, kus kasu saavad mõlemad pooled. Putukatest tolmeldajad on hädavajalikud väga paljude maailma mastaabis majanduslikult tähtsate põllukultuuride (ligikaudu 75%) kasvatamisel (Klein, *et al.* 2007; Kluser, *et al.* 2010). Ka Euroopas kasvatatavad põllukultuurid sõltuvad suurel määral putuktolmeldajatest, kas täielikult või osaliselt vajavad tolmeldamist 150 (84%) kultuuri (Williams, 1994; Williams, 2002). Nii aianduses kui põllumajanduses on tolmeldamisest saadav kvaliteetsem saak ja saagi koristamisel väiksemad kaod maailmajandusele olulise mõjuga (Klatt, *et al.* 2013). Tolmeldamine tõstab 59-st maailmas suurimast põllukultuurist (puuvill, õlipalm, oliivid, raps, soja, päevalill jne.) vilja või seemne kvaliteeti või kvantiteeti 39-l (Breez, *et al.* 2011). Putuktolmeldajate tolmedamisteenuse hinnanguline väärtust on Euroopas hinnatud 14,6 ($\pm 3,3$) miljardile (Leonhardt, *et al.* 2013) ja maailmas 361 miljardile eurole aastas (Lautenbach, *et al.* 2012). Sellele lisandub veel mesindusaaduste tulu (Zhelyazkova, 2012). Hinnanguliselt ületab mesilaste tolmeldamistööst tekkiv kaudne tulu rahalises mõõtkavas 8–10 korda mesinike poolt saadava meesaagi väärtust.

Putuktolmlemine aitab parandada viljade kvaliteeti, mõjutades saagikust ja ka saagi valmimist positiivselt (Klatt, *et al.* 2013; Carratt, *et al.* 2014). Aedmaasikaga katsete tulemused näitavad, et meemesilaste poolt tolmeldatud maasikate viljadel esines vähem väärarenguid ning neil oli värvus intensiivsem, mis tõstis märgatavalt turuväärtust 20-40% (Klatt, *et al.* 2014; Abrol, *et al.* 2017). Võrreldes ise- ja tuultolmlemisega saadi putuktolmlemise korral ka parem viljastumise tase, sellega suurenes ka saagikus. Samuti leidis uuringus tõestust tõsiasi, et putuktolmlemine aitab pikendada ka viljade korjamisjärgset säilivusaega. Ka katmikalal tomati kasvatusel kasutatakse tolmeldajatena kimalasi. Kimalased sobivad paremini kui meemesilased kasvuhoone tingimustesse (Winston, 2001). Varasemad uuringud on leidnud, et tomatitel mida ei külastanud kimalane, jäid taime kohta pooled õied viljastamata ja saagikus langes selle võrra. Vilja suurus oli väiksem valmine oli ebaühtlane. Tomati vilja tugevuse kohta on olemas vastuolulised tulemused: Al-Attal, *et al.* (2003) katsed katmikalal näitasid, et tolmeldamine muutis vilja tugevamaks, aga välitingimustes kirsstomatitele see samasugust mõju ei avaldanud (Choi, *et al.* 2009). Tolmeldamisest saadava toidu väärtuse tõstmine pole ainus roll tolmeldajatel. Viimastel aastatel on hakatud katsetama meemesilaste ning karukimalaste (*Bombus terrestris* L.) kasutamise võimalikkust biopreparaatide siirutajatena, tuues kaasa lisaväärtuse ja suurendades sellega tolmeldamise efektiivsust (Carvalho, 2006).

Seda praktikat põllumajanduses nimetakse entomovektortehnoloogiaks, kus biotõrjepreparaati kannavad taimedele tolmeldajad ehk putukatest vektorid, kes aitavad kaasa haigust tekitavate mikroorganismide leviku vähendamisele taimedel. Selline meetod on leidnud rakendust aedmaasikal (*Fragaria x ananassa*) hahkhallituse (*Botryotinia* ssp.) tõrjeks (Terry, *et al.* 2004). Ka Eestis on sarnaseid katseid tehtud biofungitsiidiga Prestop-Mix aedmaasikal hahkhallituse tõrjel kimalastega, viljade nakatumine vähenes 2-3 korda (Karise, *et al.* 2016). Meemesilastega tehtud katsete tulemuste põhjal leidis Soodla (2012), et aedmaasika hahkhallituse tõrjeks on entomovektortehnoloogia tõhus, biofungitsiid Prestops Mix vähendas hahkhallitusse haigestumist 50% võrra (Soodla, 2012). Lisaks vähenevad entomovektortehnoloogiat kasutades kulutused töötlemisele ja alanevad tööjõukulud – vaja on vaid kord päevas käia pulbrit lisamas (Mommaerts, Smagghe, 2011). Samas kui biopestitsiidid on sageli kallimad sünteetiliste vahenditega võrreldes, on mesilaste abil preparaate põllule kandmise tehnoloogiat kasutades preparaadikulu väike – mesilased viivad preparaadi otse taimede õitele ning ülejäänud pinnad jäävad töötlemata.

1.2.1 Tolmeldajate arvukuse langus

Tolmeldamiskriis on viimastel kümnenditel Põhja-Ameerikas ning Kesk- ja Lääne-Euroopas järjest teravamalt esile kerkinud, seda nii meemesilaste kui ka looduslike mesilaseliikide drastilise arvukuse langusega (Schüepp, *et al.* 2010, Bekić, *et al.* 2014). Euroopas on mesilasepere arv vahemikul 1985. ja 2005. keskeltläbi 16% võrra vähenenud (Breeze, *et al.* 2014). Suurim langus esines Inglismaal, Tsehhis ja Rootsis. Mitmes Euroopa piirkonnas on täheldatud ka kimalaste ja erakmesilaste arvukuse kahanemist. Euroopas elavatest 68st kimalase liigist on langenud 31 liigi arvukus. Neist 14 on väljasurmisohus (Williams, Osborne, 2009). Eesti Põllumajandusuuringute keskuse pikaajalise seire andmetel ei ole seniselt siin kimalaste arvukus ega ka liigirikkus põllumajandusmaastikus viimase 11 aasta jooksul oluliselt muutunud (Põllumajandusuuringute Keskus, 2017).

Tolmeldajate arvukuse languse kõige olulisemateks põhjustajateks peetakse elukeskkondade kadumist (Brown, Paxton, 2009) ning parasiitide ja patogeenide leviku hoogustumist (Stout, Morales, 2009). Põllumajandusliku tegevuse intensiivistumise tagajärjel on põllumajandusmaastik muutunud homogeenseks ja sellega seotud elupaikade ja toidutaimede

rikkalikuma valiku kadu võib kaasa tuua õisi külastavate putukate mitmekesisuse ja leviku vähenemise (Brittain, Potts, 2011). Loodusmaastiku kadumise otsene tagajärg on elupaikade killustatus, mis mõjutab ellujäänud populatsioone kas geneetilise isoleerimise ja sellele järgnenud lähiristimussurutise (*inbreeding*) kaudu, põhjustades geneetilise mitmekesisuse vähenemist (Zayed, 2009) või lihtsalt väikeste elupaigalaikude võimetuse mesilaste elujõuliste populatsioonide toetamiseks (Stanley, *et al.*, 2013).

1.2.2 Taimekaitsevahendid ja mesilased

Taimekaitsepreparaatide kasutamisharjumuste järgi ei peaks mesilastel põllul kasutatavate pestitsiididega otseselt mingit kontakti olema, ometi on mesinikud täheldanud mesilaste perede kaupa hukkumist (Kilk, 2010; May, *et al.* 2015). Hea taimekaitsevahendite kasutamine tava järgi ei tohiks taimi pritsida õitsemise aegu, äärmisel juhul vaid siis, kui tegemist on meemesilastele repellentsete ainetega (Kilk, 2010). Sõltumata preparaadi toimeainest soovitatakse pritsimist läbi viia õhtusel või hommikul ajal, kui temperatuurid on madalamad ja meemesilased pole korjele jõudnud. Ettevaatusabinõuna on pakutud tarude sulgemist põllul tehtavate taimekaitsetööde aegu, vältimaks meemesilaste korjele minekut. Mesinikud aga ei pea seda mõeldavaks alternatiiviks, sest juba mõne tunniga võib kuumal suvepäeval taru sisetemperatuur suures peres tõusta liiga kõrgeks, ning see on perele palju ohtlikum kui pestitsiid ise (Becher, Mortiz, 2008).

Meemesilased on krooniliselt mõjutatud põllumajandusmaastikes toimuvast. Mesilaste kokkupuude taimekaitsevahenditega ei pruugi olla üksnes kontaktsel moel, põllul pritsimise aegu, vaid samuti kaudsel viisil (Karise, 2012). Kaudne kontakt toimub läbi pritsitud taimekaitse jääkide, mis on ladestunud õietolmus ja nektaris või läbi taimekaitsevahendite jääkide transpordi mullast taime juhtkudede kaudu õietolmu ja nektarisse (Karise, 2013). Saastunud õietolmu ja nektari toiduna kasutamine pärsib pere arengut (Karise, 2014; Dijk, *et al.* 2013). Mitmed teostatud uuringud on näidanud, et nii õietolmus kui nektaris leiduvate erinevate pestitsiidide „kokteili“ jäägid muudavad pere stressitundlikumaks, vastuvõtlikumaks haigustele ja kahjuritele (Chauzat, *et al.* 2006; Wu, *et al.* 2011). Tagajärjeks võivad olla vastsete ja hiljemalt valmikute väärarengud, mille tagajärjel võib peresisene tööjaotus häiruda. Suurbritannias on leitud, et põldudele pritsitavad taimekaitsevahendid kahjustavad korjetööliste keskendumisvõimet (Tosi, 2017). Uuringud on näidanud, et pestitsiidid

vähendavad töölismesilaste töövõimet ligikaudu 20% ulatuses (Mullin, *et al.* 2010). Selles uuringus on leitud uut tõendust, et laialt levinud neonikotinoidsed toimeained segavad mesilase aju toimimist ning lõhnade ja muu vajaliku meeldejätmist. Meemesilastel tekib preparaadist sõltuvus. Kõik need on muutused, võivad kokkuvõttes avaldada tugevat mõju perele. Nõrgenenud pere ei pea talve vastu ja hukkub. Üle-euroopaliselt 2012-2013 aastal läbiviidud uuringus selgus, et paljudes riikides hukkub igal talvel kuni 33% peredest (Chauzat, *et al.*, 2014). Normaalne suremuse protsent peaks jääma vahemiku 10-15. Uuringu tulemustes kajastus, et keskmiselt hukkub igal talvel 20% mesilasperedest Taanis, Belgias, Eestis, Soomes, Rootsis, ja Suurbritannias.

1.3 Raps

Raps (*Brassica napus* L.) kuulub kapsasrohu (*Brassica* L.) perekonda (Kaarli, 2003). Rapsil on geneetiliselt palju ühiseid tunnuseid kaalikaga ning sageli nimetataksegi teda õlikaalikaks (*Brassica napus olifera*). Raps on väga vana kultuurtaim, mille esimesed kirjed leiti Vahemeremaadelt juba pärinevat 13. sajandist. Rapsi kasvatamisel on pikad traditsioonid Saksamaal, Prantsusmaal, Inglismaal, Kanadas ja Hiinas. Eesti aladel esmased teadaolevad rapsi kasvatamisest õlikultuurina pärinevad 1830. aastast, kui Vana-Kuuste Põllumajanduse Instituudis kasvatati suvirapsi algul katseaias ja hiljem põldudel (Narits, 2010). Raps on tänaseks muutunud üheks olulisemaks tuluallikaks taimekasvatuses Eestis ja Kesk- Euroopas (Alford, *et al.* 2003; Kovács, *et al.* 2015; Williams, 2015). Rapsiõli on tarbitavuselt kolmandal kohal peale soja- ja palmiõli. Rapsi külvipindade suurenemise üheks olulisemaks põhjuseks võib pidada maailma rahvaarvu kiiret kasvu ja üha enam taimsete rasvade eelistamist loomsete ees (Rondalini, *et al.* 2012). Taimsed rasvad on kasutust leidnud toiduainetööstuses rafineeritud taimeõlina ja loomasöödana ning uue alternatiivse energi tootmise allikana biodiisliks. Nõudlus rapsi järele on maailmas suur (eriti ELis). Euroopas kasutatakse biodiislikütuse produtseerimiseks valdavalt rapsiõli rapsiseemnete suure õlisisalduse tõttu (Zhang, Malhi, 2010). Eurostati andmete kohaselt on biodiisli tootmine EL-s suurenenud 2011. aasta 1 976 tuh tonnilt 2015. aastaks 9 130 tuh tonnile, samal perioodil on statistikaameti andmetel Eestis rapsi- ja rüpsiseemne eksport tõusnud 11 tuh tonnilt 76 tuh tonnile (EuroStat, 2012).

Eestis on rapsi kasvupinnad suurenenud viimase 15 aastaga 5 korda, jõudnuna ligi 100 000 ha piirile moodustades kogu põllukultuuride kasvupinnast 7,2% (Aamisepp, Matveev, 2012; Eesti Taimekasvatuse Instituut, 2016). Viimastel aastatel on rapsi kasvupindade suurus stabiliseerunud, jäänuna 70 tuh ha. Kasvupindade limiteerituse tõttu ei saa külvipinnad suurendada, mistõttu tuleks tähelepanu pöörata rapsi keskmise saagikuse tõstmisele. Meie tingimustes annab raps keskmiselt saaki 1,2 t/ha, mis on kultuuri potentsiaalset saagivõimet arvestades (EL keskmine 2-2,9 t/ha) liialt madal (Järvan, 2011). Eesti Taimekasvatuse Instituudi katsetes on rapsilt saake saadud kuni 4,0 t/ha (Kaarli, 2003). Madalaid saagikusi põhjustavad mitmed tegurid koosmõjus, näiteks ebasoodne ilmastik, puudulikud agrotehnilised võtted, haiguste ja kahjurite laialdane levik, toitainete puudus, puudulik tolmeldamise tase ning samuti halvasti valitud eelvili (Järvan, 2011; Kaarli, 2003).

1.3.1 Kahjustajad rapsil

Rapsi külvipindade kasv on loonud meelepärased tingimused ristöieliste kahjurputukate arvukuse tõusuks, sest just suured monokultuursed põllud pakuvad neile rohkelt toitumis- ja paljunemisvõimalusi, samas ei toeta homogeenne põllumajandusmaastik kahjurite looduslike vaenlaste elu- ja talvitumispaidu (Hokkanen, 2000). Euroopas peetakse olulisemateks rapsi kahjuriteks naeri-hiilamardikat (*Brassicogethes aeneus* Fab.), sinepi-hiilamardikat (*Brassicogethes viridescens* Fab.), maakirpu (*Phyllotreta* spp), kõdra-peitkärsakat (*Ceutorhynchus obstrictus* Marsham syn. *assimilis* Paykull) ja varre-peitkärsakat (*C. pallidactylus* Marsham) (Metspalu, et al. 2011; Brandes, 2016). Kahjurite elutegevuse tagajärjel pidurdub taimede areng ja rikutud saab saagi kvaliteet (Lazzari, Lazzari, 2012). Erinevad kahjurid kahjustavad taimedel erinevaid osi ja ilmuvad erinevatel aegadel põldudele.

1.3.1.1 Hiilamardikas

Naeri-hiilamardikas ja sinepi- hiilamardikas on Eestis enamlevinumad ristöieliste kahjurid. Nad on laialdaselt levinud kõikjal Euroopas, samuti Aasias, Põhja-Aafrikas ja Ameerikas. Aastate jooksul on sinepi-hiilamardikate arvukus jäänud põldudel madalamaks, moodustades naeri-hiilamardika arvust vaid kuni 10% (Metspalu, et al. 2011). Naeri-hiilamardika arvukus on seevastu tõusnud. Naeri-hiilamardika valmikud on rohekad või sinakasmustad, metalse läikega, kuni 3 mm pikad mardikad (Ilumäe, 2013). Vastsed on võidundvalged, kuni 4 mm pikkused tumeda peaga tõugud. Kahjustavad nii valmikud kui tõugud. Kahjustus algab põllu äärtest, hiljem levib kiiresti kogu põllule. Valmikud närivad krooniehti ja augustavad kinniseid õiepungi, vigastades sigimikku, tolmukaid ning õiepõhja. Varisenud õitest jääb taime külge väike varreke. Tühjad õievarrekeseid viitavad hajusal esinemisel hiilamardika kahjustusele, pikemas reas esinemisel põuakahjustusele. Emased munevad augustatud suurematesse pungadesse, paigutades need tolmukottidele võimalikult lähedale. Arenenud tõugud toituvad tolmukatest. Vigastuste tagajärjel võivad õied kuivada ja variseda. Suurimat majanduslikku kahju tekitatakse roheliste ja kollaste õiepungade faasis. Kahjuri rohkel kahjustusel, võib seemnesaagist hävida 70-80%. Hilisemas taime aregufaasis, mil õied on avanenud, kahjurid enam suurt kahju saagile ei tekita (Williams, 2010; Kaarli, 2003).

1.3.2 Tolmeldajad rapsil

Raps on isefertiilne ja osaliselt tuultolmleja (kuni 75%) (Bommarco, 2012). Erk-kollased rapsi õied, mis sisaldavad külluslikult õietolmu ja nektarit, on paljudele putuktolmeldajatele atraktiivsed. Peamisteks külastajateks rapsil on meemesilased (*Apis mellifera* L.), kimalased (*Bombus* sp.) ja erakmesilased (*Apoidea*; *Hymenoptera*) ning kahetiivalistest sirelased (Syrphidae; Diptera). Tolmeldajate abil tolmeldatud rapsi seemnesaagi valmimine on ühtlasem ja saagikaod koristamisel vähenevad. Saadav seeme on kvaliteetsem, parema idanevusega ning sisaldavad rohkem õlisid ja vähem klorofülle (Bartomeus, *et al.* 2014).

Jahe ja sademeterikas suvi võib põhjustada rapsi ebapiisavat tolmlenemist (Kaarli, 2003). Tolmeldamis-puudulikkuse vältimiseks kasutatakse varianti viia põllule kultuuri õitsemise perioodiks tööstuslikult toodetud kimalaste pesi, üha rohkem kasutatakse ka meemesilaste rentimise võimalusi. See on leidnud kasutust puuviljade ja marjade kasvatajate seas Euroopas, Austraalias, Uus-Meremaal ja Põhja-Ameerikas (Bradbear, 2009). Ameerika Ühendriikides rendivad põllumehed igal aastal mesinikelt üle 2 miljoni mesilaspere suurte mandliistanduste ja viljapuuaedade tolmeldamiseks (Bekić, *et al.* 2014). Tolmeldajatest on eriti puudus väga suurte põldude keskel. Kanada ja Austraalia katsete andmetel on rapsi efektiivseks tolmeldamiseks vaja 2-6 mesilasperet hektari kohta (Manning, Boland, 2000). Ideaalne perede arv hektari kohta võiks olla 3, seda on näidanud Kanadas tehtud katsed, kus rapsi saagikus tõusis 46% võrra (Sabbahi, *et al.* 2005). Kuus mesilasperet ha kohta tagab küll tolmeldamise mõttes maksimaalse tulemuse aga meetoodang kannatab, kuna rapsil ei jätku piisavalt nektarit (Durán, *et al.* 2010).

1.3.3 Integreeritud taimekaitse rapsil

Integreeritud taimekaitse on ökosüsteemipõhine strateegia, mis keskendub kasutamaks profülaktilisi, agrotehnilisi ja keemilisi tõrjevõtteid koos kombineeritult, mis tagaks taimekahjustajate leviku piiramise majanduslikult ja ökoloogiliselt põhjendatult läveni (Chandler, *et al.*, 2011). Alates 2014 aastast on integreeritud taimekaitse põhimõte seaduses sätestatud ja kohustuslik kõigile taimekaitsevahendite kasutajatele (Eesti Taimekasvatuse Instituut, 2017).

Rapsi kasvupindade laienemine soodustab rapsi kahjurite ja haiguste levikut (Ilumäe, *et al.* 2007). Üheks selliseks haiguseks on nuuter (*Plasmodiophora brassicae*). Rapsi kahjustuste ennetamine seisneb integreeritud taimekaitses külvikorral, kus soovituslik on vältida samal põllul rapsi kasvatamist mitte enne 5-6 aastat. Külvikorra planeerimisel peaks jälgima, et rapsiga samu haiguseid kandvate kultuuride näiteks hernes, lina ja kartuli kasvatamise vahele jääks vähemalt 1 aasta (Ilumäe, *et al.* 2010). Samuti on mõistlik vältida naaberpõldudeks rapsi põlde, kuna need loovad kahjuritele head toitumis ja migratsioonivõimalused. Sellega saab ka vältida mulla kaudu levivate haiguste ja kahjurite liigset koloniseerimist.

Sordi valik on heaks eelduseks haigustele ja kahjuritele vastupidavases. Haiguskindlamad sordid nakatuvad patogeenidesse vähem, patogeenide areng toimub aeglasemalt ja saagi kaod on väiksemad.

Et teada rapsi tervislikku seisundit ja avastada varakult kahjustuspuhangud, peaks läbiviidama monitooringuid põllul (Luik, *et al.* 2007). Rapsi puhul on seired kas „aktiivsed“ või „passiivsed“ (Cooper, Lane, 1991). Aktiivse seire puhul käiakse põllul kahjureid loendamas. Loetakse kahjurite arvukus taime kohta või siis teatud taime osade kohta. Naeri-hiilamardika puhul käiakse loendamas õiepungade algfaasis (BBCH 50-59) (Zadoks, *et al.* 1974), kui ühe taime kohta on tõrjekriteerium 1-2 mardikat või vahetult õitsemise eel 4 mardikat (Kaarli, 2000). Passiivsel seirel kasutatakse püüniseid, mis pannaks põldudele ja mis kahjureid ligimeelitavad. Püünised on head jälgimaks kahjurite migratsiooni põldude vahel.

Hiilamardikate tõrjel saab kasutada ennetavat tõrjet, kui sügisel peale rapsi koristust maha jäänud koristusjäätmel hävitatakse sügiskünniga, kuna on teada, et noormardikad laskuvad peremeestaime lähiümbrusesse mulda ja kõdusse talvituma (Ulber, Thieme, 2008). Sellega takistaks kahjurite elutegevust. Integreeritud taimekaitses tohib alternatiivse aseainena pestitsiididel kasutada biopestitsiide.

1.4 Biopestitsiidid

Biopestitsiidid, teisisõnu bioloogilised taimekaitsevahendid, on oma päritolult looduslikud ning nende põhimõtte ja toimeained baseeruvad loomadel, taimedel, mikroorganismidel ja mõnedel mineraalidel (Glare, *et al.* 2012). Enamikke neist peetakse väiksema riskitasemega pestitsiidideks, lähtudes nende bioloogilisest aspektist, et toimeaine ei jäta pikka aega pusvaid ja ohtlikke jääke keskkonda, ei aita nii kiiresti kaasa kahjustajate resistentsuse tekkele ning on tarbijatele ohutud. Seetõttu pakuvad biopestitsiidid kahjuritõrjele jätkusuutlikuma lahenduse kui sünteetilised taimekaitsevahendid. Lähtudes hiljuti avaldatud aruande Global Biopesticide'ist suurenes biopestitsiidide turg 2016. aastal võrreldes aastaga 2014 24% (Global Biopesticide Market, 2017), ulatudes üle 1,8 miljardi dollarini, ometi moodustab see ainult 5% kogu taimekaitsevahendite turust (Marrone, 2014; Olson, 2015). Prognooside kohaselt on tõus järgnevatel aastatel veegi suurem (Appleby, 2018). Tarbijaskonna teadlikkuse kasv sünteeliste taimekaitsevahendite negatiivsetest mõjudest keskkonnale suurendab huvi kasutamaks biopestitsiide, mis ei jäta loodusesse jääkaineid.

Maailmas on hetkel registreeritud üle 200 biopestitsiidi ja tootmisel on 700 toodet (Ranga, *et al.* 2007), Euroopas neist lubatud kasutada on 68 (EUPD, 2017), millest 34 on mikrobioloogilised ja Eestis põllumajandusameti registrisse kantud on 9 (Eesti Põllumajandusamet, 2018). Eestis ja Euroopa Liidus on seniselt registreeritud väga vähe mikrobioloogilisi preparaate. Euroopa Liidus on väga rangelt reglementeeritud taimekaitsevahendite kontrollimise ja nende kasutusele lubamise süsteem. Uute preparaatide kasutusele võtmise eelduseks on igale liikmesriigile sobivate kasutusmeetodite välja töötamine, mis on pikaajaline ja kallis protsess (European Crop Protection, 2018). Taimekaitsevahendite registreerimise protsessi olemus tagab preparaatide ohutu ja efektiivse kasutamise, kuid samaaegselt takistab mõnevõrra ka uute mujal juba kasutuses olevate ja efektiivseks hinnatute vahendite konkreetse regiooni registreerimist.

1.4.1. Biopestitsiidide jaotus

Biopestitsiidid jagatakse kolme põhilisemasse rühma: (Dikshit, Gupta 2010)

- 1) Mikrobioloogilised biopestitsiidid, kus peamisteks toimeaineteks on bakterid, seened, viirused, algloomad või vetikad.
- 2) Geneetiliselt muundatud taimed (PIP taimed)
- 3) Semiokemikaalsed ühendid, pestitsiidid põhinevad looduslikult esinevatel ainetel, mis kontrollivad kahjurite levikut mittetoksiliste, eelkõige feromoonsete, mehhanismidega

Bakterpreparaatides kasutatuim bakter on *Bacillus thuringiensis*, millel põhineb 95% preparaatidest (Revathi, *et al.* 2013). Bakterpreparaatide toimeaineteks on bakteri poolt elusspooride toodetavad toksiinid. Mürkaine, sattununa putuka kesksoolde halvab putuka soolestiku takistades eluteguvust (Rausell, *et al.* 2004). Bakterpreparaati kasutatakse põhiliselt lehti kahjustavate röövikute vastu, näiteks ristõielistel kultuuridel, Euroopas on edukalt ka tõrjutud kartulimardikat (*Leptinotarsa decemlineata*) (Lipa, 1985). Brasiilias on seda kasutatud sojal röövikute ja lehelutikate tõrjeks (Schünemann, *et al.* 2014).

Entomopatogeensed seened on levinud nii kahjurite, umbrohtude kui ka haigustekitajate tõrjes (Shang, *et al.* 2015). Selliseid liike esineb rohkem perekondades *Beauveria*, *Nomuraea*, *Metarhizium*, *Entomophthora* ja *Zoophtora*. Putukaid neist on leitud nakatamas enam kui 1000 seeneliiki (Khachatourians, 2009).

Viirus on nakkushaigus, mis võib replitseeruda ainult organismide elusrakkude sees (Kalawate, 2014). Viiruste uurimist nimetatakse viroloogiks ja putukate haigusi põhjustavate viiruste uurimist nimetatakse putukate patoloogiaks. Kahjuritõrjes seniselt on teada seitse viiruste sugukonda, milleks on *Baculoviridae*, *Reoviridae*, *Iridoviridae*, *Poxviridae*, *Parvoviridae*, *Picornaviridae* ja *Rhabdoviridae*, mis põhjustavad haigusi. Katsed granuloosi viiruse preparaatidega Euroopas ja USA's on näidanud edukat tõrjet köögiviljade ja viljapuude kahjureitel, kuid kalli tootmise tõttu pole need kahjuritõrjes siiski mitte eriti levinud (Arthurs, *et al.* 2005; Lacey, *et al.* 2008). Inimestele on nende viirustega töötamine kahjutu.

Geneetiliselt muundatud taimed toodavad oma kudedes pestitsiide ja on teatud kahjurite suhtes mürgised (Sporleder, *et al.* 2013). Mullabakteri genoom on viidud taime DNAsse, nii, et taim hakkab ise bakteri toksiine sünteesima. Muudab nad kahjuriresistentseks, mis tapavad teatavaid kahjureid kogu kasvuperioodi vältel, sünteesides mullabakterist neile sisendatud geeni abil toksilisi ühendeid (Luik, Vooremäe, 2006). Neid nimetatakse tihti Bt kultuurideks, sest taimedesse toodud geenid on algselt identifitseeritud bakteriliikides *Bacillus thuringiensis*. Need bakterid sünteesivad erinevaid insektitsiidseid valke Cry, Vip ja Cyt toksiinideks, mis suudavad tappa erinevaid kahjureid ja nematoode.

Semiokemikaalne tõrje põhineb kahjurite käitumuslike iseärasuste ärakasutamises (Sporleder, *et al.* 2013). Selleks kasutatakse liikide omavahelise suhtluse imiteerimist erinevate haistingute läbi ja sellega manipuleeritakse (Petrovski, *et al.* 2005). Putukas eristab esilekutsutava käitumisreaktsiooni põhjal kogunemis-, häire-, sugu- jt feromoonide. Enamasti eritavad suguferomooni emasisendid isase ligimeelitamiseks. Taimekaitses kasutatakse suguferomoonide kahel viisil, kus ühel toimib väljapüüdmis- ja teisel puhul eksitamismeetod. Väljapüüdmismeetodil lisatakse feromooni lõhnakandjale ehk liimpüünisesse. Lõhna peale kohale tulnud isased kleepuvad püünisel liimile ja emased jäävad seetõttu viljastamata. Enamasti kasutatakse väljapüüdmist siiski kahjurite arvukuse hindamiseks. Efektivsem on eksitamismeetod, kus üles pannakse palju lõhnakandjaid, nii, et vastassugupooled ei suuda lõhnade seast üksteist eristada ning viljastamine jääb ära. Feromoonid preparaadid on rakendust leidnud eriti viljapuude kahjuritõrjes.

Liikidevahelist suhtlemist mõjutavaid ühendeid nimetatakse allelokemikaalideks ning neid aineid, mis vastuvõtvas pooles kutsuvad esile teatava käitumusliku reaktsiooni, nimetatakse kairomoonideks (Murali-Baskaran, *et al.* 2017). Kirjandusest võib leida, et rohkem kui 2000 taimeliiki maailmas toodab ühendeid, mis mõjutavad kahjureid kas ligitõmbavalt või repellentselt või ka kontaktelt mõjuda deterrentide ehk pärssijatena (Dubey, *et al.* 2008). Mitmed taimsed ühendid mõjuvad putukatele repellentselt, peletades neid ebameeldiva lõhna või maitsega (Deletre *et al.* 2013). Peletavad omadused on tüümianil (*Thymus vulgaris* L.), sidrunheinal (*Cymbopogon winterianus* L.), ja neemipuul (*Azadirachta indica* A. Juss). Neemipuust tehtud Neemazal kasutatakse kapsakahjurite vähendamiseks.

1.4.2 Entomopatogeenne seen *Beauveria bassiana* ja selle kasutamine

Beauveria bassiana varasemalt teatud kui *Tritirachium shiotae* on mullas elav entomopatogeenne seen, mis kuulub tungalteraliste (Clavicipitaceae) sugukonda, helekottseenelaadsete (Hypocreales) seltsi (Rehner, 2005; Vega, 2008). Perekonda *Beauveria* kuulub vähemalt 49 liiki, millest ligikaudu 22 peetakse patogeenseteks (Kikankie, 2009). *Beauveria* perekonna levinuimad liigid on: *B. bassiana*, *B. clade*, *B. brongnartii*, *B. caledonica*, *B. vermiconia* ja *B. amorpha* (Goettel, et al. 2015). Looduses on *Beauveria bassiana* seeneniidistikuna pinnases ja lagunevas taimedes ning kasutab eluks sealseid toitaineid (St-Germain, 1996). Leitud on seda seent Alpide pinnasest, turbarabast, savanni tüüpi taimestikuga mulladest, metsast ja kultiveeritud pinnast, liivaväljadest ja luidetest, kõrbe mullast, voolavast veest ja linnu sulgedest.

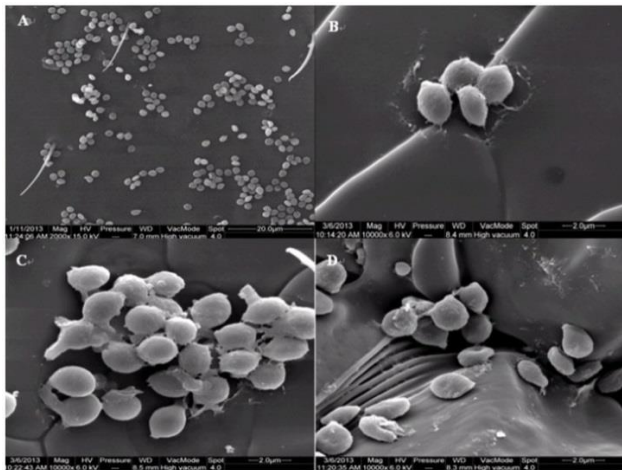
1800-ndate alguses kannatas Itaalia ja Prantsusmaa siiditööstused, siidiussidel leviv haigus valge muskardiin, prantsus keelsest sõnast „bonbon“, kuna haigus meenutas saiakesi oma koheva valged ümbrisega (Vega, 2008). 1835. aastal avastas Itaalia entomoloog Agostina Bassi ning andis seenele nimetuse *Botrytis bassiana*. Hilisemalt anti uus nimi Agostina Bassi järgi.

Beauveria bassiana põhjustab putukatel ja selgrootutel haigust nimetusega valge muskardiin. *Beauveria bassiana* võib parasiteerida seitsmel erineval putukaseltsil (nt. mardikalised (Coleoptera), liblikalised (Lepidoptera), kiletiivalised (Hymenoptera), sarnastiivalised (Homoptera) jne.) (Rehner, Buckley, 2005; Quesada-Moraga, et al. 2006).

Maailmas on *Beauveria bassiana* kasutusel olnud kahjuritõrjeks üle 25 aasta (Goettel, et al. 1990) ja esmakordselt registreeriti see aastal 1998 USA's erinevate põllukultuuride kahjurite tõrjeks. *Beauveria bassiana*l on kaks levinumat pestitsiidi tüve, GHA ja ATCC74040. Preparaat on näidanud häid tulemusi tõrjel kartulimardika vastu, isegi paremaid kui bakteripreparaat *Bacillus thuringiensis* (Lacey, et al. 1999). Cantwell, 1986. on saanud *B. bassiana* kartulimardika tõrjel hukkus 75% (Cantwell, et al. 1986).

Infektsiooniprotsess nakatumisest putuka surmani toimub 2-60 (70) h jooksul ja koosneb mitmest etapist (joonis 2) (Rehner, Buckley, 2005): (A) seeneoste kinnitumine putuka kutikulale, (B) toimub seeneostega nakatumine ja eelpungumine, (C) seeneeosed idanevad ja

arenevad putuka kutiikula pinnal kuni seenehüüfide moodustamiseni, (D) seenhüüfid sisenevad putukasse läbi kutiikula, mille käigus eritab seen lagundavaid aineid (proteaasid, ketinaasid, esteraasid ja lipaasid) ning avaldab kutiikulale survet (Dhar, Kaur 2010; Xiao, *et al.* 2012).



Joonis 2. Putuka infektsioon *Beauveria bassiana* seeneostega (Wu, 2014)

Putukasse sisenenuna eritab seen toksiine (beauveritsiin, bassiinoliid, beoauverioliidid, bassiini, teneliin ja oosporein), tappes lõpuks oma peremeesorganismi (Strasser, *et al.* 2000). Pärast putuka surma algab seene saprofüütne kasv, putuka kehaõõnsustest välja kasvavad välja blastospoorsed rakud ning hakkavad moodustavad koniide ja uusi eoseid kasvatama.



Joonis 3. Seeneosed on kasvanud naeri-hiilamardikast välja (autori erakogu, 2017)

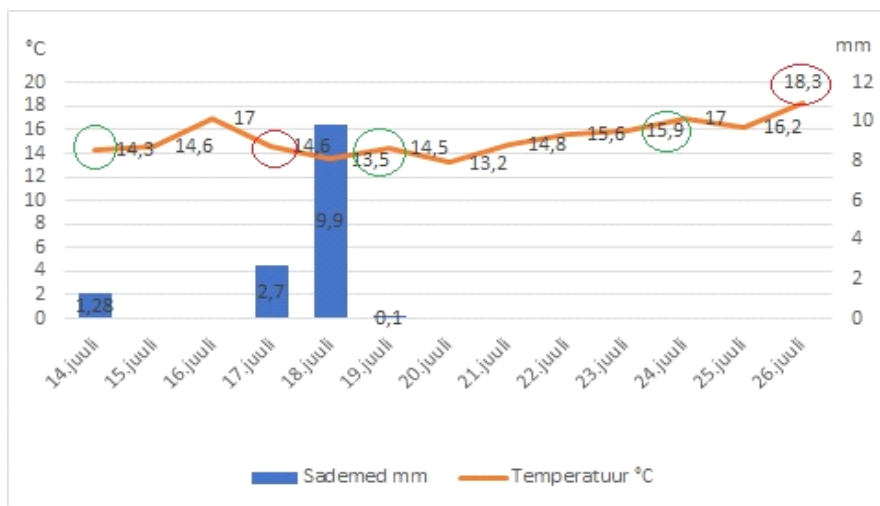
2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Katse koht ja aeg

Katse viidi läbi 2017. aasta suvel Eesti Maaülikool Rõhu Katsejaama suvirapsi põllul ja sealt kogutud materjaliga. Suvirapsi sort „Stella“ külvati 26ndal mail külvinormiga 4 kg/ha, külviga koos väetati NPK 21-6-11+4S 250kg/ha. Raps koristati põllult 23.10.2017. Põllu sisse rajati juhusliku paigutusega katselapid, mis jagati töödeldud (n=6) ja töötlemata (n=6) lappideks. Katselappide suurus oli 2x10 m. katselappidelt koristati saak 23. oktoobril ning saagikus kontrollvariandis oli 1,2 t/ha ja töödeldud variantidelt 1,5 t/ha.

2.1.1 Meteoroloogilised tingimused

Katseperioodi vältel 17. juulist 26. juulini oli keskmine õhutemperatuur 15,4 °C (joonis 4). Põllule mineku esimesel päeval, 17. juulil, oli päeva keskmine õhutemperatuur 14,6 °C. 26. juulil oli päeva keskmine õhutemperatuur 18,3 °C, sademeid keskmiselt tuli katseperioodil 1,2 mm.



Joonis 4. Õhutemperatuur ning sademed katseperioodil 17. juuli- 26. juuli, Tartus 2017.a. Roheliste ringidega on tähistatud põllul preparaadiga pritsimise kuupäevade ja punaste ringidega põllu külastuse päevadel olnud päevane keskmine temperatuur (Riiklik Ilmateenistus, 2017)

2.2 Preparaat BotaniGard 22 WP ja töötlused

Põldu töödeldi vees lahustuva mükoinsektitsiidiga BotaniGard 22WP (Mycotech Corporation, USA). Üldiselt kasutatakse seda preparaati varreleediku (*Ostrinia nubilalis* Hubern.), karilasete (*Trialeurodes*), ripslaste (*Thripidae*), lehetäide (*Aphidoidea*) ja paljude teiste kahjurite tõrjeks. Samas, küll aga on sama toimeainega teisi preparaate kasutatud ka mitmete mardikalistest kahjustajate, kaasa arvatud hiilamardikate tõrjeks (Carrek, *et al.* 2007).

Preparaadi valmislahust pritsiti kulunormiga 200 l hektarile. Laboratoorse katse lahuse tegemiseks kasutati 5 g preparaati iga 10 l vee kohta vastavalt pakendi infolehele. Preparaadis sisaldub 22% entomopatogeense mullaseene *B. bassiana* GHA tüve eoseid kontsentratsiooniga $4,4 \times 10^7$ eost ml^{-1} .

Katselapid töödeldi preparaadiga esimest korda 14.07.2017 rapsitaimede roheliste-kollaste pungade staadiumis, teistkordselt 19. juulil ja kolmas pritsimine toimus 24. juulil, mil suviraps oli täisõitsengu staadiumis. Pritsimas käidi olenevalt ilmastikutingimustest viie või kuue päeva tagant.

Laboratoorses katses naeri- hiilamardikate puhul töödeldi rapsi õisi mardikatele toiduks ja terve katseperioodi kestel anti ülepäeviti toitu juurde. Meemesilaste ja karukimalastega toimus ühekordne töötlemine, preparaadi kulunormiga 5 g 10 l vee kohta.

2.3 Entomoloogilise materjali kogumine ja laboratoorsed tööd

2.3.1 Naeri-hiilamardikate arvukus põllul ja nakatumine

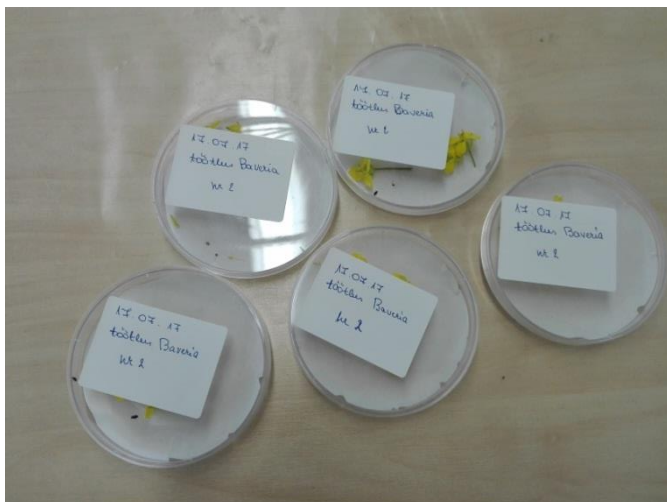
Naeri-hiilamardika valmikute arvukuse hindamist viidi läbi rapsitaimede alg- ja täisõitsengu staadiumites. Naeri-hiilamardikate arvukust hinnati kahel korral 17. ja 26. juulil, kasutades kõigil katselappidel raputusmeetodit (Williams, *et al.* 2003). Selleks valiti igalt katselapilt 3 juhuslikku taime, mille peavart koputati kolm korda vastu valget plastnõud. Igalt peavarrelt pudenenud mardikad koguti eraldi topsi, mis markeeriti vastavalt kuupäevale, katselapi numbrile ja töötusevariandile (joonis 5).



Joonis 5. Hiilamardikate korjamine katselappidelt (autori erakogust, 2017)

Laboris loendati hiilamardikate arvukus ja kontrolliti mikroskoobi abil nende liigilist kuuluvust. Suremuse hindamiseks jagati naeri-hiilamardikad vastavalt katselappidele Petri tassidesse, kuhu nad pandi koos põllult toodud töötlemata õitega ($N=3$). Õisi uuendati igal teisel päeval. Niisutatud filterpaberi ketastega ($\varnothing 90$ mm) Petri tassid suleti parafiinlindiga, et tagada niikuse püsimine tassis. Tasse hoiti toatemperatuuril 22 ± 2 °C, mis on sobilik patogeeni arenemiseks (Hall, 2011). Seitsme päeva jooksul käidi igapäevaselt surnud isendeid loendamas.

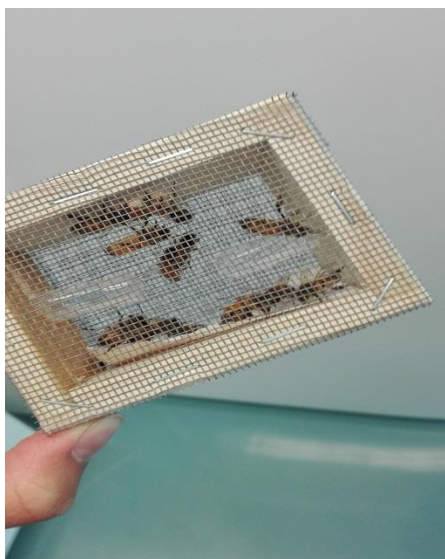
Laboratoorses katses pandi põllu katseväliselt töötlemata osalt korjatud naeri-hiilamardikad viie kaupa Petri tassidesse analoogselt eelkirjeldatuga (joonis 6). Viies tassis olid mardikatele toitumise võimaldamiseks rapsiõied, mida töödeldi laboris BotaniGard 22WP-ga ja 5 tassis töötlemata õied. Igasse Petri tassi pandi 3 rapsiõit.



Joonis 6. Laboris töödeldud õied 3 kaupa petritassides, naeri-hiilamardikatele toiduks (autori erakogust, 2017)

2.3.2 Meemesilaste ja karukimalaste nakatumine laborikatses

Meemesilaste katses kasutati (OÜ Riveruud, Nurme tn 2, Avinurme alevik, Mustvee vald, Jõgevamaa, Eesti) korjetöölisi. Meemesilased jagati 15 kaupa minitarudesse, millesse asetati kas preparaadiga või destilleeritud veega pritsitud (kontroll) filterpaber (joonis 7). Kummaski variandis oli kuus kordust. Pritsitud filterpaberiga (kolm pihustust käsipritsiga 10 cm kõrguselt) jäljendatakse põllul pritsitud taimikut ja võimalikku kokkupuutumist preparaadiga. Toiduks anti meemesilastele suhkrulahust (50%). Tarud paigutati pimedasse kasvatuskambrisse, mille temperatuur oli 22 °C ning suhteline õhuniiskus RH= 60%. Kaheksa päeva jooksul hinnati igapäevaselt meemesilaste suremust.



Joonis 7. 15 meemesilast minitarus (autori erakogu, 2017)

Analoogne katse viidi läbi karukimalastega (*Bombus terrestris* L.). Töös kasutatud karukimalaste tarud NATUPOL osteti Hollandi firmast Koppert Biological Systems (Koppert B.V., Postbus 155, 2650 AD Berkel en Rodenrijs, Netherlands). Katsesse võeti need kimalased, kes ise taru lennuavale ilmusid, st nad olid oletatavalt korjetöölised. Töötlused teostati kolmes variandis: kontroll (destilleeritud vesi), biopreparaadiga töödeldud filterpaber ja karukimalasele 10 cm kõrguselt otse peale pihustatult, et hinnata pritsimise kätte jäänud kimalaste võimalikku vastuvõtlikkust preparaadile. Igas variandis oli 15 kimalast, kokku kasutati katses 45 karukimalast. Igasse minitarusse pandi toiduks 50% suhkrulahust ja eraldi nõuga vesi, veega või preparaadiga niisutatud filterpaber ja üks karukimalane. Minitarud paigutati kasvatuskambrisse temperatuuri 22 °C ning RH= 60% juures. Kaheksa päeva jooksul käidi loendamas karukimalaste suremust.

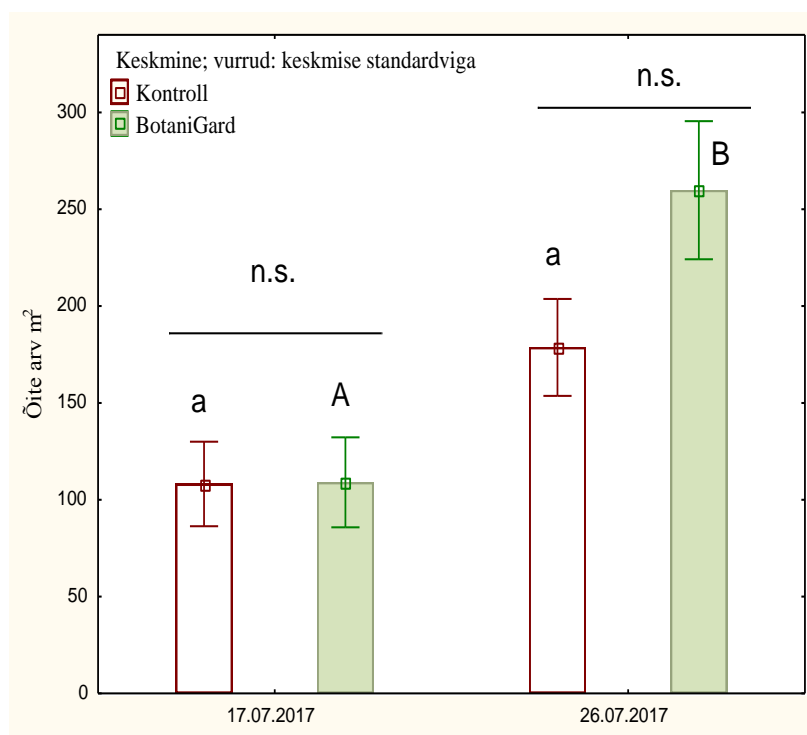
2.3.3 Statistiline andmetöötlus

Katseandmete analüüsiks ja graafiliseks esitamiseks kasutati programme Microsoft Excel 2016 ja Statistica 13.3. Rapsi õite arvu ja hiilamardikate arvukust erinevatel kuupäevadel analüüsiti dispersioonanalüüsiga (ANOVA), kuna uuritavad tunnused vastasid normaaljaotusele ning nende jaotuste dispersioonid olid võrdsed. Erinevusi töötlemata ja töödeldud naeri-hiilamardikate ja meemesilaste vahel analüüsiti Kruskal-Wallise mitteparameetrilise dispersioonanalüüsiga, mis lisaks üldisele efektile, võimaldab hinnata erinevusi üksikute gruppide vahel. Karukimalaste andmeanalüüsil kasutati 3x2 Hii-ruut testi, võrdlemaks elus-surnud vaatluste proportsionaalset erinevust gruppides. Erinevused loeti statistiliselt oluliseks, kui p-väärtus oli väiksem kui 0,05. Kõik tekstis esitatud keskmised väärtused on esitatud koos standardveaga.

TULEMUSED

3.1 Õite arv

Teisel vaatluspäeval oli suvirapsi õite arv katselappidel statistiliselt oluliselt suurem mõlema töötluste korral $F(1, 20)=16,80$, $p=0,001$ (joonis 8). Töötlus ei mõjutanud õite arvu oluliselt $F(1, 20)=2,30$, $p=0,14$, kuigi BotaniGard 22WP'ga töödeldud lappidel oli neid mõnevõrra rohkem.

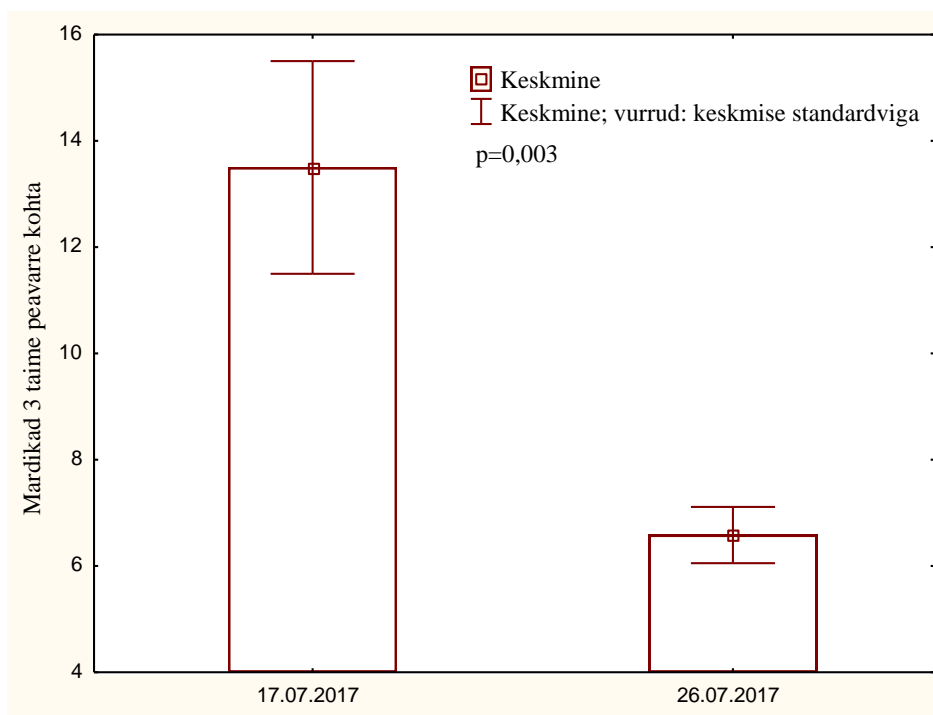


Joonis 8. Rapsi õite arv sõltuvalt kuupäevast ja töötlustest. N.s. tähistab statistiliselt olulise erinevuse puudumist ($p>0,05$); kirjaviiside kaupa erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust tasemel ($p<0,05$)

3.2 Naeri-hiilamardikad

3.2.1 Naeri-hiilamardikate arvukus katseperioodil

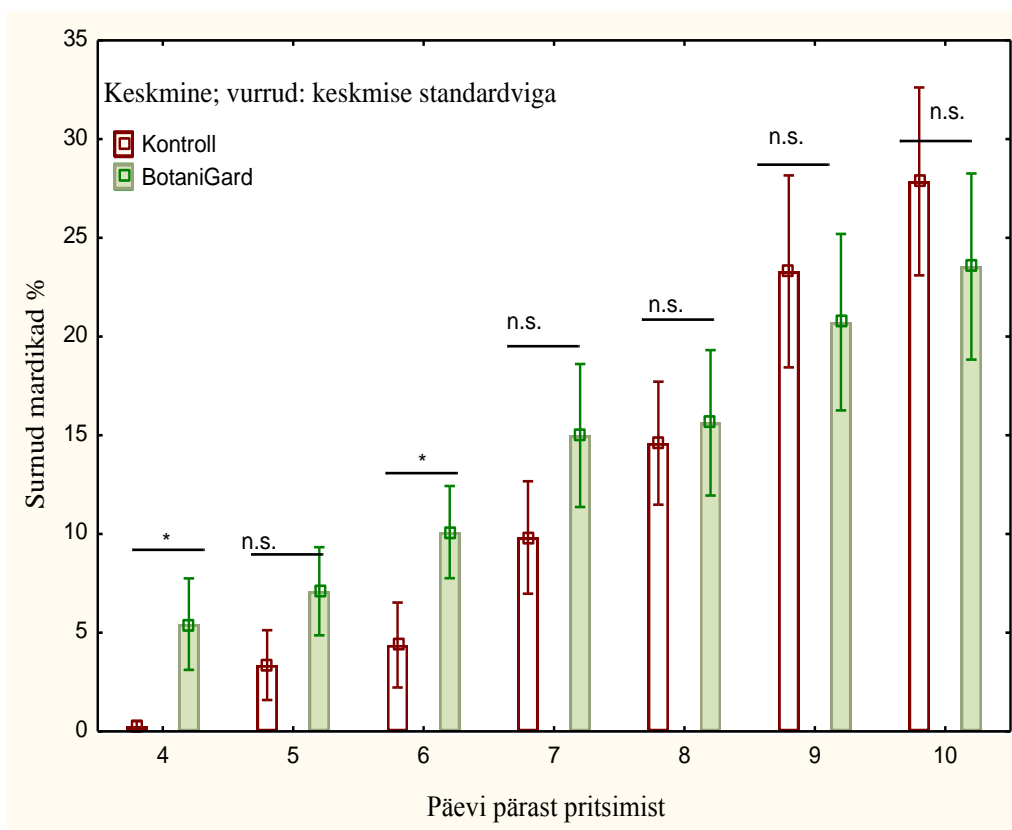
Naeri-hiilamardika arvukust mõjutas proovide võtmise aeg ($F(1, 22) = 11,16$, $p = 0,003$), kõrgem oli mardikate arvukus kolme peavarre kohta esimesel proovide kogumise päeval, 17. juulil, kui raps oli alles õitsema hakkamas (joonis 9). Naeri-hiilamardikaid koguti esimesel katsepäeval 162 isendit ja teisel katsepäeval 79 isendit.



Joonis 9. Naeri-hiilamardika keskmine (\pm SE) arvukus 3 taime peavarre kohta erinevatel katsepäevadel, Rõhul, 2017. a

3.2.2 Preparaadi mõju naeri-hiilamardikatele

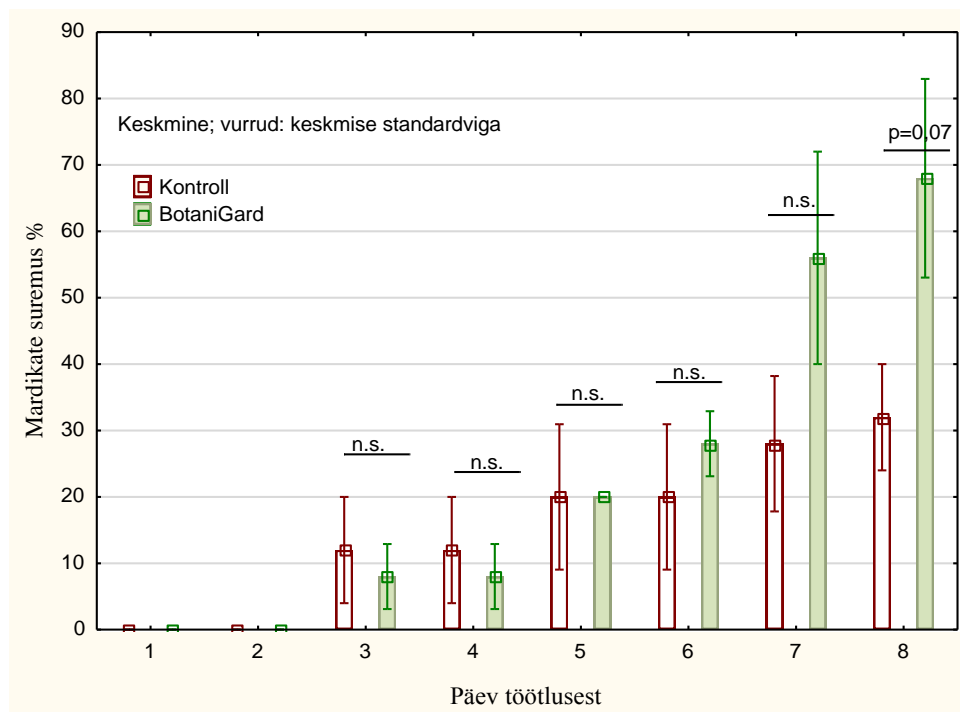
Üle kõikide vaatluste ja kuupäevade võrreldes ei leitud statistilist olulist mõju mardikate suremusele $KW-H(1;168) = 2,48$; $p = 0,11$. Paarikaupa võrreldes ilmnis preparaadi mõju neljandal $KW-H(1;24) = 4,04$ $p = 0,04$ ja kuuendal $KW-H(1;24) = 3,78$; $p = 0,05$ päeval pärast põllu pritsimist (joonis 10). Viiendal, seitsmendal, kaheksandal, üheksandal ja kümnendal päeval olulist mõju töödeldud ja töötlemata mardikate suremusele polnud (viies päev: $KW-H(1;24) = 2,28$; $p = 0,13$; seitsmes päev: $KW-H(1;24) = 1,06$; $p = 0,30$; kaheksas päev: $KW-H(1;24) = 0,19$; $p = 0,66$; üheksas päev: $KW-H(1;24) = 0,12$; $p = 0,72$; kümnes päev: $KW-H(1;24) = 0,04$; $p = 0,83$). Samas analoogselt neljandale ja kuuendale päevale oli ka viiendal ja seitsmendal mardikate suremus töödeldud variandis siiski mõnevõrra kõrgem.



Joonis 10. Preparaadi mõju mardikate suremusele, neljandal kuni kümnendal päeval pärast pritsimist. Tärn tähistab statistiliselt olulise erinevuse olemasolu ($p > 0,05$) ja n.s. tähistab selle puudumist – ($p > 0,05$)

Laboris töödeldud õitel toitunud mardikate suremuses üle kõigi vaatluste olulist preparaadi mõju ei tuvastatud $KW-H(1;80) = 1,236$; $p = 0,2662$. Joonisel 11 on näha, et alles kolmandast päevast hakkasid nii töödeldud ja kontroll-variandi isendid surema. Viiendaks päevaks oli

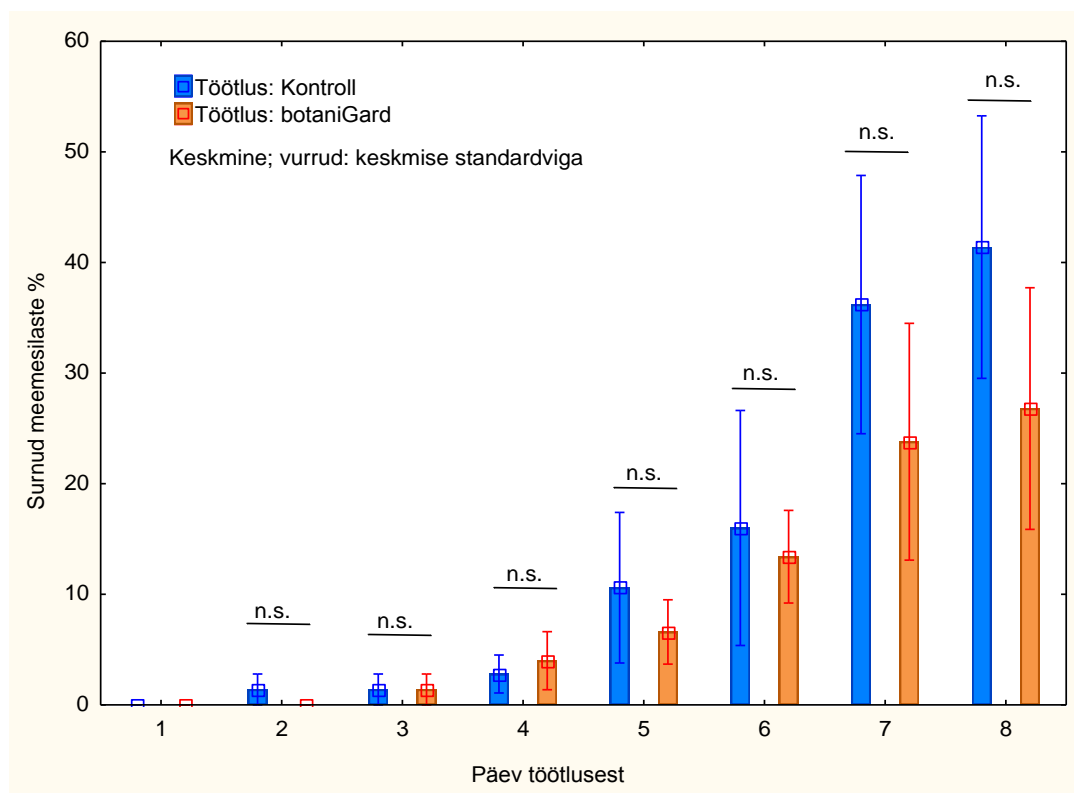
surnud kontroll- ja töödeldud mardikate arv enamvähem võrdne, töödeldud mardikate suremus kasvas kuuendast päevast alates.



Joonis 11. Laboris töödeldud õitel toitunud mardikate suremus. N.s. tähistab statistiliselt olulise erinevuse puudumist– ($p>0,05$)

3.3 Preparaadi mõju meemesilastele ja karukimalastele

Labori tingimustes läbi viidud BotaniGardiga 22WP töötlemise katses meemesilastel üle kõikide vaatluste ja kuupäevade statistiliselt olulist erinevust ei leitud kontroll ja töödeldud mesilaste suremuses $KW-H(1;80) = 0,2726$; $p = 0,6$ (joonis 12). Ka paarikaupa võrdlus ei näidanud ühelgi päeval statistiliselt olulist erinevust töötlusgruppide vahel.

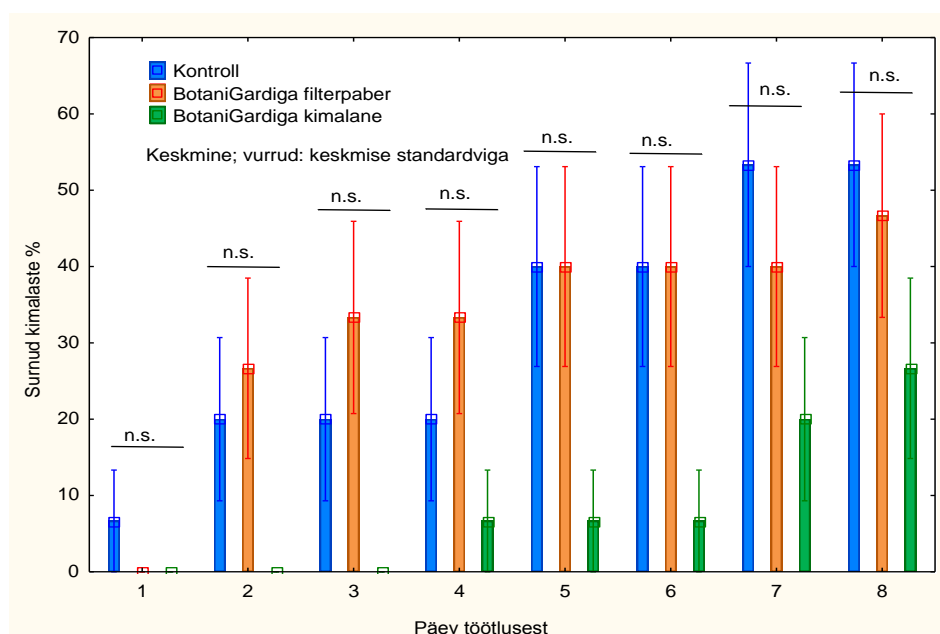


Joonis 12. Laboris töödeldud filterpaberiga kokku puutunud meemesilaste keskmine suremus (%). N.s. tähistab statistiliselt olulise erinevuse puudumist ($p > 0,05$)

Labori tingimustes läbiviidud katse kolmes tötlusvariandis kontroll, pritsitud filterpaber ja pritsitud karukimalastega, üle kõikide vaatluste ja kuupäevade olulist statistilist erinevust suremuse tõusul ei leitud testi tulemusi iseloomustab tabel 1 ja joonis 13 $KW-H(2;360) = 24,57$ $p= 0,89$. Teisel päeval peale tötlust on näha preparaadiga töödeldud filterpaberiga kokku putunud karukimalaste suremuse kasvu, see tõusis stabiilselt terve vaatluse aja jooksul. Kõige väiksema suremusega oli need kimalased, kellele preparaati peale pritsiti: esimesed surnud isendid loendati alles neljandal päeval peale töötlemist.

Tabel 1. Elusate ja surnud kimalaste hulk katsevariantides (kontroll, pritsitud filterpaber, pritsitud kimalane) ja Hii-ruut testi tulemused

Mitmes päev	Kontroll		Pritsitud filterpaber		Pritsitud kimalane		Hii-ruut	P
	Elus	surnud	elus	surnud	Elus	surnud		
Esimene	14	1	15	0	15	0	$X^2=0,54$	$p=0,75$
Teine	12	3	11	4	15	0	$X^2=3,23$	$p=0,19$
Kolmas	12	3	10	5	15	0	$X^2=4,40$	$p=0,11$
Neljas	9	6	10	5	14	1	$X^2=4,77$	$p=0,09$
Viies	9	6	9	6	14	1	$X^2=5,41$	$p=0,07$
Kuues	7	8	9	6	12	3	$X^2=3,59$	$p=0,17$
Seitsmes	7	8	8	7	11	4	$X^2=2,37$	$p=0,31$
Kaheksas	7	8	6	9	10	5	$X^2=2,31$	$p=0,31$



Joonis 13. Laboris töödeldud karukimalased kolmes katsevariandis. N.s. tähistab statistiliselt olulise erinevuse puudumist ($p>0,05$)

ARUTELU

Antud magistritööst selgub, et BotaniGard 22WP tootja poolt soovituslikud doosid on liialt väiksed, et saavutada efektiivset tõrjet naeri-hiilamardikate vastu, samas puudub sellel preparaadil ka oluline mõju mesilastele ja kimalastele. Nimetatud preparaat ei ole väja töötatud hiilamardikate tõrjeks, kuigi analoogse toimeainega teisi tooteid on edukalt nende vastu kasutatud (Carreck, *et al.* 2007).

Käesolevas uurimistöös leiti, et BotaniGard 22WP-ga töödeldud katselappidel oli rapsi õisi pindalaühiku kohta mõnevõrra rohkem. Hoolimata sellest, et õite arv ei olnud statistiliselt oluliselt erinev kontroll- ja töödeldud katselappe omavahel võrreldes, tõusis töödeldud katselappidel õite arv oluliselt aja jooksul ning töötlemata katselappidel olulist tõusu ei täheldatud.

Hiilamardikad orienteeruvad peremeestaime otsingul taimede poolt eritavatest feromoonsetest signaalidest, mis on taimede õitsemise algfaasis ja ka veel roheliste pungade faasis kõige intensiivsemad (Giamoustaris, Mithen, 1996; Berg, *et al.* 2007; Williams, Cook, 2010). Lisaks on erk kollane värv hiilamardikatele tugev otsingustiimul, mida rohkem täisõitsengus taimi, seda atraktiivsem on põld kahjuritelle (Smart, Blight, 2000). Üldiselt tõuseb koos õite tiheduse tõusuga ka mardikate arvukus põldudel (Mauchline, *et al.* 2017), meie katse ajal see nii aga ei olnud, arvatavasti võis seda põhjustada jahe ilm. Ilmastik on oluline faktor, mis määrab putukate leviku ja arvukuse. Hiilamardikad on aktiivsemad soojemate ja kuivemate ilmadega (Ferguson, *et al.* 2015). Madalad õhutemperatuurid võivad põhjustada hiilamardikate kangestumist ning seetõttu vähendada ka mardikate migreerumist talirapsi põldudelt suvirapsi põldudele (Mauchline, *et al.* 2017). Naeri-hiilamardikaid oli katseperioodi alguses, mil raps oli alles õitsema hakkamas oli tõrjekriteerium ületatud. Nende hulk võis olla seotud ka sellega, et suur osa rapsi põllust olid jõudnud rohelis- kollaste õiepungade faasi. Täisõitsengu faasis oli naeri-hiilamardikate arvukus peavarre kohta oluliselt madalam, kui õitsemise alguses. Sellise tulemuse juures tuleb arvesse võtta, et täisõitsengu faasis on rapsil õitsema hakanud ka kõrvalharud, mistõttu mardikate hulk jagunes ka suurema hulga õite kohta. Kuna antud töö raames ei määratud mardikate arvukust kogu taime, vaid peavarre kohta, ei saa anda hinnangut mardikate koguarvu kohta pindalaühikul. Hiilamardikate arvukus võis ka mõnevõrra väheneda, sest lisaks jahedale ilmale, mil

mardikad vähem liiguvad, kaotab raps õitsema hakates oma munemisatraktiivsuse ja munemise lõpetanud valmikud lahkuvad taimedelt ja liiguvad looduslikele taimedele. Samuti võib olla see tingitud sellest, et juuli lõpus hakkab talvitunud mardikate eluiga lõppema ja ning noored mardikad pole veel mullast väljunud (Mänd, 2008; Metspalu, *et al.* 2014).

Preparaadiga töödeldud katselappidelt toodud mardikate puhul täheldasime suremuse suurenemist neljandal kuni kuuendal päeval pärast põllu töötlemist preparaadiga. Meie tulemus on sarnane ka varasemate uuringutega, kus on leitud, et *B. bassiana* seenest põhjustatud putukate suremine sarnaste dooside kasutamisel ilmneb suremus 4-5 päeval labori tingimustes ja 7-10 päeval peale töötlust välitingimustes (Gindin, 2006; Bustillos-Rodríguez, 2016). Sarnast tõrje efektiivsuse ilmnemise aega kirjeldab ka antud katses kasutatud toote infoleht (Bioworks, 2016). Samas mardikate arvukuse olulist vähendamist käesolevas katses ei saavutatud. Naeri-hiilamardikate suremus jäi madalaks, pärast pritsimist kuuendal päeval kõigest 10% ni, mis põllumehe vaateviklist pole efektiivne. Morales (1998) patent ütleb, et sobib hiilamardikate vastu (Morales, *et al.* 1998). Ning Austrias tehtud laborikatsetes saavutati mitmete erinevate *B. bassiana* tüvede keskmiselt 67,9% kontrolliefektiivsust hiilamardikate vastu (Kuske, *et al.* 2009). Selles töös kasteti mardikad 5 sekundiks vastava lahuse sisse, ning oluline suremus saavutati juba 48 tunni möödudes.

Antud preparaadi soovitatud kulunormi madalat potentsiaalset tõrjeeffektiivsust naeri-hiilamardikate suhtes näitab ka meie laboris läbi viidud katse, kus töötlesime vaid kolme õit preparaadiga ning mardikad ei viibinud katse käigus õitel. Kuigi BotaniGardiga 22WP töödeldud variandi naeri-hiilamardikad saavutasid kaheksandaks päevaks ligi 60%lise suremuse ning kontrollvariandis jäi see vaid 30% juurde, oli saadud erinevus statistiliselt olematu ($p = 0,07$). Suremus käesolevas katses oli tõenäoliselt tingitud mardikate vähesest kontaktist pritsitud õitega. Et saavutada paremaid tulemusi, tuleks kasutada pritsimisel suuremaid doose. Arvatavasti tuleks suurendada ka laborikatsetes kasutatava pritsitud materjali hulka, et suurendada kontakti võimalust. Põllul elavad mardikad ju pidevalt õitel ning seetõttu on nad püsivas kontaktis pritsitud materjaliga. Seda, et põllu tingimustes preparaat siiski mõju avaldas näitab nii suurem õite arv kui ka kõrgem saagikus töödeldud lappidel (vt peatükki Materjal ja Metoodika). Taimiku pritsimist alustati juba päris esimeste õite staadiumis ning kui uute mardikate sisserränne oli vähene või olematu, võisid eelkõige esimesed pritsimised

viia selleni, et kõrvalharude pungadesse muneti töödeldud lappidel vähem, ning tänu sellele jäi ka kahjustus väiksemaks.

Olgu preparaat nii bioloogiline kui tahes, on negatiivsed kõrvalmõjud kasulikele putukatele alati olemas. Preparaadis sisalduv toimeaine ei vali ohvrit, vaid kõik oleneb putuka enda vastupanuvõimest. Preparaatide toime ei pruugi avalduda kohese suremuse tõusus või käitumise muutustes, kuid võib pikema ajaperioodi vältel nõrgestada putuka vastupanuvõimet stressifaktoritele (Bryden, *et al.*, 2013).

Laboris läbiviidud katsetes meemesilaste ja karukimalaste suurenevat suremust preparaadi mõjul ei tuvastatud. Laborikatses valiti preparaadi mõju jälgimiseks 22 kraadi, mille sarnastes temperatuurides korjemesisilased töötavad. Meie tulemuse põhjal ei tohiks preparaat ohtlikuks osutuda isegi juhul, kui mesilased jäävad pritsmise ajal põllule. Kirjanduses on kajastatud, et antud seen preparaadina mõjub see siiski paremini kontaktel kokkupuutel putuka kutiikulaga (Kuske, *et al.*, 2009), mesilased on aga karvased. Teise aspektina võib välja tuua, et mesilased kammivad end pidevalt ning koos õietolmuga kammitakse ka seeneesosed tolmupallidesse, ning seetõttu ei jõua nad mesilase kutiikulini. Kammimise abil enesekaitset entomopatogeense seene eest on demonstreeritud kärbestel. (Zhukovskaya, *et al.* 2013; Acharya, *et al.* 2015). Seedekulglas on seene eoste arenguks ja mütseeli kasvuks ebasoodsad tingimused, näiteks pH, toitainete ja hapniku puudus ning seedetraktis eoseid lagundavad ensüümid (Zhang, *et al.* 2017). Kui aga *B. bassiana* eostega kokku puutunud mesilane läheb tarru, kus on kõrgem temperatuur (üle 30° C), ei muutuks see ohtlikuks peredele tervikuna. Mitmes katses on leitud, et tarus olev kõrge temperatuur võib mõjuda entomopatogeense seene efektiivsusele, eosed ei saa idaneda (Le Conte, *et al.*, 1990). *B. bassiana* eoste elutegevuseks on soodsamad temperatuurid 23-26° C (Wraight, *et al.* 2008). Meemesilastele mõju ei avalda aga on leitud, et kui meemesilane on viinud seda tarru siis on tarus hukkunud varroalest (*Varroa destructor*), mis on igati positiivne tulemus (James, 2009).

Antud töö tulemuste põhjal võib oletada, et suurendades preparaadi kasutamisel doose (Kuske, *et al.* 2009) võiks saavutada soovitud tõrje tulemused ka naeri-hiilamardikatel. Sel juhul tuleks ümber hinnata ka mõju tolmeldajatele.

KOKKUVÕTE

Maailmas ja ka Eestis on rapsi kasvupindade tõus aastate jooksul oluliselt suurenenud ja see tähendab ka suuremaid keskkonnamõjusid. Haiguste ja kahjurite levik paneb põllumehe otsima lahendusi sünteetilisest preparaatidest aga see ei mõju pikemas prepektiivis hästi ei taime kahjustajatele, resistensuse teke tõttu, ega ka ülejäänud ökosüsteemile, sealhulgas tolmeldajatele. Tolmeldajate arvukuse langus põllumajandusmaastikel toob endaga kaasa saagikuste languse. Põhjapoolkeral on mesilaselaadsed putukad olulisimad tolmeldajad, nende arvukus ja liigirikkus on väga kergesti mõjutatavad nii keskkonna saasteainete kui põllumajanduslike maade struktuuri muutuse tõttu. Seniselt kasutatud taimekaitsevahendid pole enam jätkusuutlikud ja võiks saada asendatud senisest enam mikrobioloogiliste, botaaniliste või muude keskkonnasõbralikumate alternatiividega.

Töö eesmärkideks oli uurida entomopatogeense preparaadi BotaniGard 22WP efektiivsust naeri-hiilamardikate tõrjumisel ning selgitada, kuidas see preparaat mõjutab meemesilasi ja kimalasi.

Eesmärkide saavutamiseks uuriti entomopatogeense seenpreparaadi BotaniGard 22WP efektiivsust põllul pritsitud naeri-hiilamardikate vastu. Paaripäevaste vahedega pritsiti suvirapsi põldu preparaadiga. Edasiseks uurimiseks toodi katselappidelt kogutud naeri-hiilamardikad laborisse ja jälgiti nende suremust viie päeva jooksul. Lisaks korjati töötlemata põllult naeri-hiilamardikaid kellele anti toiduks laboris töödeldud/töötlemata õisi. Suremust käidi jälgimas igapäevaselt kaheksa päeva jooksul. Antud töös tulemustest selgus, et põllul pritsitud taimikult korjatud naeri-hiilamardikate suremus kasvas neljandal kuni kuuendal päeval pärast põllu töötlemist preparaadiga. Naeri-hiilamardikate suremus jäi siiski madalaks, pärast pritsimist kuuendal päeval kõigest 10% ni. Laboris töödeldud õitel toitunud naeri-hiilamardikate suremus kaheksandaks päevaks oli ligi 60% ning kontrollvariandis jäi see vaid 30% juurde. Samas puudus oluline erinevus kahe grupi tulemusi võrreldes.

Kasvatuskambrisse pandud meemesilastel ja kimalastel, kes puutusid kokku töödeldud pinnaga ei ilmnenud suremuses olulisi erinevusi kontrollgruppidega võrreldes. Samuti ei erinenud kontroll-lappidelt korjatud meesmialste suremus töödeldud lappidelt toodud meemesilaste suremusest, ega mõjutanud otsene peale pritsimine kimalaste suremust.

SUMMARY

In the world and as well as in Estonia, the increase in growing areas of rapeseed has increased significantly over the years, which also means greater environmental impact. The spread of diseases and pests has made the farmers look for solutions from synthetic pesticides, but it will not be effective in the longer term, since as a result the development of pest resistance to the preparations have evolved already, many beneficial organisms including pollinators or the rest of the ecosystem may be harmed. The decline in pollination rates on agricultural landscapes leads to the decline in yields. Bees are the most important pollinators in the northern hemisphere, but their abundance and species richness are both very easily influenced by changes in environmental contaminants and agricultural land structure. Plant protection products used earlier are no longer sustainable and could be more frequently replaced by microbiological, botanical or other more environmentally friendly alternatives.

The aim of the research was to analyse the efficiency of the preparation BotaniGard 22WP against pollen beetles and the possible risk for pollinating bees.

In order to achieve the goals, the effectiveness of the entomopathogenic fungal preparation BotaniGard 22WP was investigated in the field of spring oilseed rape against pollen beetles. A pair of days apart was sprayed with a summer rape field preparation. For further investigation, pollen beetles were introduced into the laboratory, fed with untreated flowers and monitored daily for their mortality rates for 5 days. In addition, untreated pollen beetles were gathered and fed in laboratory with treated flowers for 8 days. The results of this work revealed the mortality rate of pollen beetle from the field increased from day 4 to day 6 due to the preparation. However, the mortality rates of the pollen beetle remained low, being only 10% on the day 6 after the field treatment. The pollen beetles fed with treated flowers in lab achieved nearly 60% mortality on the eighth day, whereas the mortality in control Group was 30%, however the results did not differ from the control significantly.

There was no negative effect observed from the preparations on bees. Nor honeybees collected from fields, honeybees treated in laboratory with sprayed surface, neither bumblebees (contact with sprayed surface or spraying on the body) showed any difference in mortality.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aamisepp, M., Matveev, E.** (2012). Põllumajandus ja maaelu.- Maamajanduse infokeskus. pp. 37-38
- Abrol, D. P., Gorka, A.K., Ansari, M.J., Al-Ghamdi, A., Al-Kahtani, S.** (2017). Impact of insect pollinators on yield and fruit quality of strawberry. - Saudi Journal of Biological Sciences. pp. 1-7.
- Acharya, N., Seliaga, R.C., Rajotte, E.G., Jenkins, N.E., Thomas, M.B.** (2015). Persistence and efficacy of a *Beauveria bassiana* biopesticide against the house fly, *Musca domestica*, on typical structural substrates of poultry houses. –Biocontrol Science and Technology. vol. 25, pp. 1-41.
- Al-Attal, Y.Z., Kasrawi, M.A., Nazer, I.K.** (2003). Influence of pollination technique on greenhouse tomato production. -The Journal of Agricultural Science. vol. 8, pp. 21–26.
- Alford, D. V., Nilsson, C., Ulber, B.** (2003). Insects pests of oilseed rape crop. - Biocontrol of oilseed rape pests. /Koost. Alford, D. Oxford: Blackwell. pp. 9-42.
- Alyokhin, A.** (2009). Colorado potato beetle management on potatoes: current challenges and future prospects. – Fruit, vegetable and cereal Science and biotechnology. vol. 3, pp. 10-19.
- Appleby, M.** (2018). Global biopesticides market grew 24% in two years.- HorticultureWeek. [WWW] <https://www.hortweek.com/global-biopesticides-market-grew-24-two-years/plant-health/article/1458625> (09.04.2018)
- Arce, A.N., David, T.I., Randall, E.L., Rodrigues, A.R., Colgan, T.J., Wurm, Y., Gill, R.** (2017). Impact of controlled neonicotinoid exposure on bumblebees in a realistic field setting. - Journal of Applied Ecology. vol. 54, pp. 1199-1208.
- Arthurs, SP., Lacey, LA., Fritts, RJ.** (2005). Optimizing use of codling moth granulosis virus: effects of application rate and spaying frequency on control of codling moth larvae in Pacific Northwest apple orchards. - Journal of Economic Entomology. vol. 98, pp. 1459-1468.
- Banaszkiewicz, T.** (2010). Evolution of pesticides use. – Contemporary problems of management and environmental Protection. vol. 5, pp. 7-18
- Barbara, D.J., Clewes, E.** (2003). Plant pathogenic *Verticillium* species: how many of them are there? - Molecular Plant Pathology. vol. 4, pp 297-305.

Bartomeus, I., Potts, S.G., Steffan-Dewenter, I., Vaissière, B.E., Woyciechowski, M., Krewenka, K.M., Tscheulin, T., Roberts, S.P.M., Szentgyörgyi, H., Westphal, C., Bommarco, R. (2014). Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies with agricultural intensification. – PeerJ. vol. 2, pp. 1-20

Bradbear, N. (2009). Bees and their role in forest livelihoods. – FAO. [WWW] <http://www.fao.org/3/a-i0842e.pdf> (16.05.2018)

Becher, M.A., Moritz, R.F.A. (2008). A new device for continuous temperature measurement in brood cells of honeybees (*Apis mellifera* L.). – Apidology. vol. 40, pp. 577- 584.

Beketov, M.A., Kefford, B.J., Schäfer, R.B., Liess, M. (2013). Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. vol. 110, pp. 11039–11043.

Bekić, B., Jeločnik, M., Subić, J. (2014). Honey bee colony collapse disorder (*Apis mellifera* L.)- Possible Causes. – Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. vol. 14, pp. 13-18

Buczacki, S., Harris, K. (2010). Taimekahjurite ja -haiguste käsiraamat (Pests, diseases & disorders of garden plants). Tallinn: Varrak. lk 512.

Bustillos-Rodríguez, J.C., Rios-Velasco, C., Valdéz-Licano, R., Berlanga-Reyes, D.I., Ornelas-Paz, J.J., Acosta-Muñiz, C.H., Ruiz-Cisneros, M.F., Salas-Marina, M.A., Cambero-Campos, O.J. (2016). Laboratory assessment of *Metarhizium* spp. and *Beauveria* spp. isolates to control *Brachystola magna* in Northern México. – Southwestern Entomologist. vol. 41, pp. 643–656.

Bommarco, R., Marini, L., Vaissière, B. (2012). Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape. – Oecologia. vol. 169. pp. 1025–1032.

Brandes, M. (2016). Effects of different insecticide applications on population development of pollen beetle (*Meligethes aeneus* (Fabricius)) on oilseed rape (*Brassica napus* L.). Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. pp 5-11.

Breeze, T. D., Vaissière, B. E., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N., Kozák, L., Scheper, J., Biesmeijer, J. C., Kleijn, D., Gyldenkerne, S., Moretti, M., Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Stout, J.C., Pärtel, M., Zobel, M., Potts S. G. (2014). Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe. – PLoS ONE. vol. 9

Brittain, C., Potts, S.G. (2011). The potential impacts of insecticides on the life-history traits of bees and the consequences for pollination. *Basic and Applied Ecology*. vol. 12, pp. 321–331.

Brown, M.J.F., Paxton, R.J. (2009). The conservation of bees: a global perspective. *Apidologie*. vol. 40, pp. 410–416

Bryden, J., Gill, R.J., Mitton, R.A.A., Raine, N.E., Jansen, V.A.A. (2013). Chronic sublethal stress causes bee colony failure. –*Ecology Letters*. vol. 16, pp. 1463–1469.

Carreck, N.L., Butt, T.M., Clark, S.J., Ibrahim, L., Iser, E.A., Pell, J.K., Williams, I.H. (2007). Honey bees can disseminate a microbial control agent to more than one inflorescence pest of oilseed rape. –*Biocontrol Science and Technology*. vol. 17, pp. 179–191.

Carvalho, F. P. (2006). Agriculture, pesticides, food security and food safety. –*Environmental Science & Policy*. vol. 9, pp. 685–692.

Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. –*Food and Energy security*. vol. 6, pp 48–60.

Chandler, D., Bailey, A. S., Tatchell, G. M., Davidson, G., Greaves, J., Grant, W. P. (2011). The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. – *Philosophical transactions of the royal society B. UK*. vol. 366. pp. 1–12.

Chauzat, M.P., Faucon, J-P., Martel, A-C., Lachaize, J., Cougoule, N., Aubert, M. (2006). A survey of pesticide residues in pollen loads collected by honey bees in France. –*BioOne*. vol. 99, pp. 253–262.

Chauzat, M. P., Laurent, M., Riviere, M., Saugeon, C., Hendrikx, P., Ribiere- Chabert, M. (2014). A pan-european epidemiological study on honey bee colony losses 2012–2013. – *PLoS ONE*. vol. 12, pp. 1–44

Choi, Y.H., Kang, N.J., Park, K.S., Chun, L., Cho, M.W., Um, Y.C., You, H.Y. (2009). Influence of fruiting methods on fruit characteristics in cherry tomato. *Korean Society for Horticultural Science*. vol. 27, pp. 62–66.

Cantwell, G.E., W.W. Cantelo, and R.F.W. Schroder. (1986). Effect of *Beauveria bassiana* on underground stages of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Great Lakes Entomologist*. vol.19, pp. 81– 84.

Cook, S. (2017). The insect pests of oilseed rape: biology and potential for control by IPM.– *Rothamsted Research, UK*. pp. 1–71.

Copping L.G., Menn J.J. (2000). Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. -Pest Management Science, vol. 56, pp. 651–676.

Deletre E., Martin T., Campagne P., Bourquet D., Cadin A., Menut C., Bonafos R., Chandre F. (2013). Repellent, Irritant and Toxic Effects of Plant Extracts on Adults of the Malaria Vector *Anopheles gambiae* Mosquito. -PLoS ONE. vol. 23, pp. 1-10.

Dijk, T.C., Staalduinen, M.A., Sluijs, J.P. (2013). Macro-Invertebrate Decline in Surface Water Polluted with Imidacloprid. -PLoS ONE. vol. 8, pp. 1–10.

Dikshit, A. K., Gupta, S. (2010). Biopesticides: An ecofriendly approach for pest control.- Journal of Biopesticides. vol. 3, pp. 186- 188.

Dimitri, C., Effland, A., Conklin, N. (2005). The 20th Century Transformation of U.S. Agriculture and Farm Policy.- United States Department of Agriculture. - Economic Research Service. vol. 3, pp. 1-17.

Dhar, P., Kaur, G. (2010). Production of cuticle - degrading proteases by *Beauveria bassiana* and their induction in different media. - African Journal of Biochemistry Research. vol. 4, pp. 65-72

Dubey, N.K., Srivastava, B., Kumar, A. (2008). Current Status of Plant Products as Botanical Pesticides in storage pest management. -Journal of Biopesticides. vol. 1, pp. 182 –186.

Ebadollahi, A. (2013). Plant essential oils from Apiaceae family as alternatives to conventional insecticides. -Ecologia Balkanica. vol. 5, pp. 149-172.

Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. (2008). Bioloogiline tõrje. Mahepõllumajanduse alused. Tallinn: EV Põllumajandusministeerium. lk 169

Eesti Põllumajandusamet. (2018). Taimekaitsevahendite register. [WWW] <http://www.pma.agri.ee/index.php?id=104&sub=132&sub2=242> (12.01.2018)

Eesti Statistikaamet. (2017). Turustatud taimekaitsevahendite kogus mullu kasvas. [WWW] <https://www.stat.ee/pressiteade-2017-132> (09.01.18)

Eesti Taimekasvatuse Instituut. (2016). Suvirapsi ja suvirüpsi integreeritud taimekaitse. Jõgeva. lk 1–20 [WWW] http://www.etki.ee/images/pdf/Integreeritud/SUVIRAPSI_JA_SUVIRYPSI_INTEGREERITUD_TAIMEKAITSE.pdf (09.01.18)

European Crop Protection. (2018). Registering plant protection products in the EU. [WWW] http://www.ecpa.eu/sites/default/files/7450_Registration%20brochure_3.pdf (02.03.2018)

Fairbrother, A., Purdy, J., Anderson, T., Fell, R. (2014). Risks of neonicotinoid insecticides to honeybees. –Environmental Toxicology and Chemistry. vol. 33, pp. 719-731.

Ferguson, A. W., Nevard, L.M., Clark, S. J., and Cook S. M. (2015). Temperature-activity relationships in *Meligethes aeneus*: implications for pest management.- Pest Management Science. vol. 71, pp 459-466.

Flohre, A., Fischer, C., Aavik, T., Bengtsson, J., Berendse, F., Bommarco, R., Ceryngier, P., Clement, L.W., Dennis, C., Eggers, S. (2011). Agricultural intensification and biodiversity partitioning in European landscapes comparing plants, carabids, and birds. -Ecology Applications. vol. 21, pp. 1772–1781.

Giamoustaris, A., Mithen, R. (1996). The effect of flower colour and glucosinolates on the interaction between oilseed rape and pollen beetles. -Entomologia Experimentalis Et Applicata vol. 80, pp. 206–208.

Gindin, G., Levski, S., Glazer, I., Soroker, V. (2006). Evaluation of the Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against the Red Palm Weevil *Rhynchophorus ferrugineus*. -Entomology. vol. 34, pp. 370-379.

Hansen, L.M. (2003) Insecticide-resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.) found in Danish oilseed rape (*Brassica napus* L.) fields. -Pest Management Science. vol. 59, pp. 1057–1059.

Hall, R. A. (2011). A new insecticide against greenhouse aphids and whitefly: the fungus *Verticillium lecanii*. -Ohio Florists' Association Bulletin, vol. 626, pp. 3 -4.

Heimbach U, Brandes, M. (2016). Pyrethroid resistance of insect pest in oilseed rape in Germany since 2005. -Integrated Control in Oilseed Crops. vol. 116, pp. 17-22.

Henry, J. (2018). New insecticides will be key weapon against resistance.- Agrinews. [WWW] http://www.agrinews-pubs.com/news/new-insecticide-will-be-key-weapon-against-resistance/article_8e6f66fb-0140-59f2-b80e-2c6e0e04e272.html 05.05.2018

Hokkanen, H.M.T. (2000). The making of a pest: recruitment of *Meligethes aeneus* onto oilseed brassicas. -Entomologia Experimentalis et Applicata. vol 95, pp. 141–149.

Iiumäe, E., Hansson, A., Akk, E. (2007). Rapsi ohustavad haigused. Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele. Saku 2007. pp. 39–48

Iiumäe, E. (2013). Talirapsi kasvatamine. Eesti Maaviljeluse Instituut. Saku. lk 6–95

Iiumäe, E., Kastanje, V. (2014). Hariliku orasheina esinemise mõju suvirapsi saagile ja selle kvaliteedile. Põllumajandusteaduselt tootjatele. Eesti Taimekasvatuse Instituut. Aastaseminar 2014. Jõgeva 2014. pp. 78-83.

- James R.R.** (2009) Microbial control for invasive arthropod pests. -Use of Microbes for Control and Eradication of Invasive Arthropods, Progress in Biological Control/ Hajek A.E., Glare T.R., O'Callaghan M. l. vol. 6, pp. 271–288.
- Järvan, M.** (2011). Põllukultuuride saak ja kvaliteet sõltuvalt agrotehnikast. – Eesti Maaviljeluse Instituut. pp. 47-65.
- Järve, T.** (2012). Taimekaitsevahendite säästva kasutamise tegevuskava. Teraviljafoorum 2012. Eesti Põllumajandus- Kaubanduskoda. Lk 24-25.
- Kaarli, K.** (2003). Õlikultuuride kasvatamise käsiraamat. Eesti Maaviljeluse Instituut. Saku. pp. 1-82.
- Kaasik, R., Kovács, G., Metspalu, L., Toome-Heller, M., Veromann, E.** (2013). The relative attractiveness of *Brassica napus*, *B. rapa*, *B. juncea* and *Sinapis alba* to pollen beetles. – Biocontrol. vol. 59, pp. 1-10
- Kalawate, A.S.** (2014). Microbial viral insecticides. –Basic and Applied Aspects of Biopesticides. vol. 12, pp. 47-68.
- Karise, R.** (2014). Pestitsiidide esinemine Eesti põllumajandusmaastikes asuvatelt korjealadelt korjatud mees ja suiras: mõju meemesilastele. – 2014 aasta aruanne/ Riikliku programmi „Põllumajanduslikud rakendusuuringud ja arendustegevus aastatel 2009-2014“, lisa 3. pp. 1-10.
- Karise, R., Dreyersdorff, G., Jahani, M., Veromann, E., Runno-Paurson, E., Kaart, T., Smagghe, G., Mänd, M.** (2016). Reliability of the entomovector technology using Prestop-Mix and *Bombus terrestris* L. as a fungal disease biocontrol method in open field. - Scientific Reports. vol. 6, pp. 1-8.
- Kera, K.** (2014). Meemesilaste *Apis mellifera* L. ja karukimalaste *Bombus terrestris* L. efektiivsuse võrdlus preparaadi Prestop Mix siirutajatena aedmaasikal (*Fragaria x ananassa* Duch.)- mag. Põllumajandus- ja Keskkonnainstituut. Tartu. pp. 1-71
- Kevan, P.G.** (1999). Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. –Agriculture, Ecosystems and Environment. vol. 74, pp. 373-393.
- Khachatourians, G.G.** (2009). Insecticides, microbials. – Journal of Applied Microbiology. vol. pp. 95-109
- Kilk, A.** (2010). Taimekaitsetööde head tavad.- Eesti Mesinike Liit. pp.1-36

- Kisla T. A., Cu-Unjieng A., Sigler L. and Sugar J.** (2000). Medical management of *Beauveria bassiana* keratitis. -Cornea. vol. 19, pp. 405-6.
- Klatt, B.K., Burmeister, C., Westphal, C., Tschardtke, T., von Fragstein, M.** (2013). Flower Volatiles, Crop Varieties and Bee Responses. -PlosOne. vol. 8, pp. 1-7.
- Klatt, B. K., Holzschuh, A., Westphal, C., Clough, Y., Smit, I., Pawelzik, E., Tschardtke, T.** (2014). Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. vol. 281, pp. 1-8.
- Klein, M-A., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tschardtke, T.** (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops.- Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences. vol. 274, pp 303-313.
- Kluser, S., Neumann, P., Chauzat, M.P., Pettis, J.S., Peduzzi, P., Witt, R., Fernandez, N., Theuri, M.** (2010). Global honey bee colony disorders and other threats to insect pollinators. United Nations Environment Programme. pp. 1-16.
- Krupke, C. H., Hunt, G. J., Eitzer, B. D., Andino, G., Given, K.** (2012). Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. - PlosOne. vol. 7, pp. 1-8.
- Kovács, G., Kaasik, R., Kortspärn, K., Metspalu, L., Luik, A., Veromann, E.** (2015). Naerihilamardika resistentsusprobleem Eestis näitab süvenemise märke. Eesti Maaülikool põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Agronoomia, Tartu. pp 138–141
- Kuske S., Pilz C. & Kölliker U.** (2009). Potenzial entomopathogener Pilze zur Kontrolle des Rapsglanzkäfers. In: Werte – Wege – Wirkungen: Bio-landbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Land-bau, 11.–13. Februar 2009, ETH Zürich/ Eds. Mayer J., Alföldi T., Leiber F., Dubois D., Fried P., Heckendorn F., Hillmann E., Klocke P., Lüscher A., Riedel S., Stolze M., Strasser F., van der Heijden M. & Willer H.), Verlag Dr. Köster, Berlin, pp. 318–319.
- Lacey, L.A., Horton, D.R., Chauvin, R.L., Stocker, J.M.** (1999). Comparative efficacy of *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, and aldicarb for control of Colorado potato beetle in an irrigated desert agroecosystem and their effects on biodiversity. -Entomologia Experimentalis Et Applicata. vol. 93, pp. 189-200.
- Lacey, L.A., Thomson, D., Vincent, C., Arthurs, S.P.** (2008). Codling moth granulovirus: a comprehensive review. -Biocontrol Science and Technology. vol. 18, pp. 639-663.

- Lakocy, A.** (1977). The influence of some biological and ecological factors on the development of resistance to insecticides and on the course of chemical control of *Meligethes aeneus* F. in the Voivodships of Poznan and Wroclaw. -Prace Naukowe Institutu Ochrony Roslin. vol.19, pp. 123–181.
- Lautenbach, S., Seppelt, R., Liebscher, J., Dormann, C.F.** (2012). Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit. – PlosOne. vol. 7, pp. 1-16.
- Lazzari, S.M.N., Lazzari, F. A.** (2012). Insect Pests in stored grain. -Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management/ Panizzi, R. A., Parra, J.R.P. pp. 417-451.
- Le Conte Y., Arnold G., Desenfant P.H.** (1990) Influence of brood temperature and hygrometry variations on the development of the honey bee ectoparasite *Varroa jacobsoni* (*Mesostigmata: Varroidae*).- Environtal. Entomology. vol. 19, pp. 1780–1785.
- Leonhardt, S.D., Gallai, N., Garibaldi, L.A., Kuhlmann, M., Klein, A.-M.** (2013). Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe. – Basic and Applied Ecology. vol 14, pp. 461–471.
- Lipa, J.J.** (1985). Progress in biological control of the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) in Eastern Europe. – Bulletin OEPP. vol. 15, pp. 207-211.
- Lord, J.C.** (2007). Enhanced Efficacy of *Beauveria bassiana* for red flour beetle with reduced moisture. - Biological and Microbial control. vol. 100, pp. 1071-1074.
- Luik, A.** (1997). Taimed putukate mõjutajaina. AS Tartumaa, Tartu, pp. 87.
- Luik, A., Veromann, E., Merivee, E.** (2007). Loodushoidlik taimekaitse. - Environmentally friendly plant protection. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu: Eesti Maaülikool. pp. 30.
- Manning, R. & J. Boland.** (2000). A preliminary investigation into honey bee (*Apis mellifera*) pollination of canola (*Brassica napus* cv. *Karoo*) in Western Australia. -Australian Journal of Experimental Agriculture. Vol. 40, pp. 439-442.
- Mauchiline, A.L., Herve, M.R., Cook, S.M.** (2017). Semiochemical-based alternatives to synthetic toxicant insecticides for pollen beetle management. -Arthropod-Plant Interactions. vol. 12, pp. 1-13.
- May, E., Wilson, J., Isaacs, R.** (2015). Minimizing Pesticide Risk to Bees in Fruit Crops. - Department of Entomology, Michigan State University. pp. 1-16.

Mommaerts, V., Smagghe, G. (2011). Entomovectoring in plant protection. -Arth Plant Interactions. vol. 5, pp. 81-95.

Mullin, C.A., Frazier, M., Frazier, J.L., Ashcraft, S., Simonds, R., vanEngelsdorp, D., Pettis, J.S. (2010). High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health. -PlosOne. vol. 5. 1-19.

Murali-Baskaran, R.K., Sharma, K.C., Kaushal, P., Kumar, J., Parthiban, P., Senthil-Nathan, S., Mankin, R.W. (2017). Role of kairomone in biological control of crop pests-A review. -Physiological and Molecular Plant Pathology. pp. 1-13.

Mänd, M. (2008). Ristõieliste õlikultuuride kahjustajaid pärssivate ja kasureid soodustavate ökoloogilis-ökoonoomsete kasvatustehnoloogiate kompleksne arendamine. – Eesti Põllumajandusministeerium. Eesti Maaülikool, Tartu. pp 1-70.

Nyadar, P.M., Zaitsev, A.S., Tajudeen, A.A., Shumskykh, M.N., Oberemok, V.V. (2016). Biological control of gypsy moth (*Lymantria dispar*): An RNAI-based approach and a case for DNA insecticides. – Archives of Biological Sciences. vol 68, pp. 677-683.

Oerke, E.-C., Dehne, H.-W. (2004). Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection.- Crop protection. vol. 23, pp. 275-285.

Oerke, E.-C. (2005). Crop losses to pests. – Journal of Agricultural Science. vol. 144, pp. 31-43.

Padgett, M., Newton, D., Penn, R., Sandretto, C. (2000). Production Practices for Major Crops in U.S. Agriculture, 1990-97. - U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service Aug. pp. 110.

Palagacheva, N., Dospatliev, L., Dimitrov, Y. (2014). Efficient pest control of Pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) and possibilities for protecting the pollinators in oilseed rape agroecosis. – International Journal of Scientific and Research Publication. vol. 4, pp. 2250- 3153.

Peshin, R., Pimentel, D. (2014). Integrated Pest Management. -Experiences with Implementation Global Overview. vol. 4, pp. 2-5.

Petroski, R., Tellez, M.R., Behle, R.W. (2005). Semiochemicals in Pest and Weed Control: A n Introduction.- American Chemical Society. pp. 1-7.

Pineda, S., Alatorre, R., Scheider, M., Martinez, A. (2007). Pathogenicity of two entomopathogenic fungi on *Trialeurodes vaporariorum* and field evaluation of a *Paecilomyces fumosoroseus* isolate. – Southwestern Ento. vol. 32, pp. 43-52.

Pimentel, D., Burgess, M. (2014). Environmental and Economic Costs of the Application of Pesticides Primarily in the United States. - Integrated Pest Management. ed/Pimentel, Peshin. Chapter 2. pp. 47-56.

Pisa, L. W., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L. P., Bonmatin, J. M., Downs, C. A., Goulson, D., Wiemers, M. (2015). Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. - Environmental Science and Pollution Research International. vol. 22, pp.68-102.

Põllumajandusuuringute Keskus. (2017). MAK keskkonnaalaste tegevuste püsihindamine. Kimalaste mitmekesisuse ja arvukuse uuring. [WWW] <http://pmk.agri.ee/mak/hindamisvaldkonnad/elurikkus/> 06.05.2018

Põllumajandus Uuringute Keskus. (2018). Eesti maaelu arengukava 2014-2020 4. ja 5. prioriteedi püsihindamiseks 2017. aastal läbiviidud uuringute aruanne. Saku. [WWW] http://pmk.agri.ee/mak/wp-content/uploads/sites/2/2018/03/uuringud_kokku_2017-kohta_16.03.2018.pdf

Quesada-Moraga, E., Ruiz-García, A., Santiago-Alvarez, C. (2006). Laboratory evaluation of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against puparia and adults of *Ceratitis capitata* (Diptera: *Tephritidae*). -Journal Economic Entomology. vol. 99, pp. 1955-1966.

Ranga Rao GV, Rupela OP, Rameshwar Rao V, Reddy YVR. (2007). Role of Biopesticides in crop protection: Present status and future prospects. -Indian Journal of Plant Protection. vol. 35, pp. 1-9.

Rausell, C., Carcia-Robles, I., Sánchez, J., Muñoz-Caray, C., Martines-Ramírez, A.C., Real, M.D, Bravo, A. (2004). Role of toxin activation on binding and pore formation activity of the *Bacillus thuringiensis* Cry3 toxins in membranes of *Leptinotarsa decemlineata* (Say).- Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes. vol. 1660, pp. 99-105

Rehner, SA. (2005). Phylogenetics of the Insect Pathogenic Genus *Beauveria* Insect- Fungal Associations.- Ecology and Evolution./ Vega, F.E., Blackwell, M. pp. 3-27

Rehner, SA.,Buckley, E. (2005). *Beauveria* phylogeny inferred from nuclear IST and EFI-asequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs. -Mycologia, vol. 97, pp. 84–98.

Revathi, K., Chandrasekaran, R., Thanigaivel, A., Kirubakaran, S.A., Sathish-Narayanan, S., Senthil-Nathan, S. (2013). Effects of *Bacillus subtilis* metabolites on larval *Aedes aegypti* L.- Pestic. Biochem. Physiol. vol. 107, pp. 369-376

Rondalini, P.D., Gomes, N.V., Agosti, M.B., Miralles, D.J. (2012). Global trends of rapeseed grain yield stability and rapeseed-to-wheat yield ratio in the last four decades.- European Journal of Agronomy. vol. 37, pp 56-65.

- Russo, L.** (2016). Positive and negative impacts of non-native bee species around the World. – MDPI. pp. 1-22
- Schüepp, C., Herrmann, J.D., Herzog, F., Schmidt-Entling, M.H.** (2010). Differential effects of habitat isolation and landscape composition on wasps, bees, and their enemies. *Oecologia* vol. 165, pp. 713–721.
- Schünemann, R., Knaak, N., Fiuza, L.M.** (2014). Mode of Action and Specificity of *Bacillus thuringiensis* Toxins in the Control of Caterpillars and Stink Bugs in Soybean Culture. - ISRN Microbiology. [WWW] <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2014/135675/> (06.05.2018)
- Shipp, J.L., Zhang, Y., Hunt, D.W.A., Ferguson, G.** (2003). Influence of Humidity and Greenhouse Microclimate on the Efficacy of *Beauveria bassiana* (Balsamo) for Control of Greenhouse Arthropod Pests.- *Environmental Entomology*. vol. 32, pp. 1154-1163.
- Silva, V., Montanarella, L., Jones, A., Fernandez-Ugalde, O., Mol, H.G.J., Ritsema, C.J., Geissen, V.** (2017). Distribution of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in agricultural topsoils of the European Union.- *Science of The Total Environment*. vol. 621, pp. 1352-1359.
- Slater, R., Nauen, R.** (2007) The development and nature of pyrethroid resistance in the pollen beetle (*Meligethes aeneus*) in Europe. Presentation abstract, EPPO Workshop on insecticide resistance of *Meligethes* spp. (pollen beetle) on oilseed rape. Berlin, 3–5 September 2007.
- Slater, R., Ellis, S., Genay, J.P., Heimbach, U., Sarazin, M., Longhurst, C., Müller, A., Nauen, R., Rison, J.L., Robin, F.** (2011). Pyrethroid resistance monitoring in European populations of pollen beetle (*Meligethes* spp.): a coordinated approach through the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). – *Pest Management science*. vol. 67, pp 633-638.
- Soolda, M.** (2012). Hahkhallituse (*Botrytis cinerea* Pers.) biotõrje aedmaasikal (*Fragaria x ananassa* Duch.): meemesilaste (*Apis mellifera* L.) efektiivsus. Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituud. Mag.
- Sporleder, M., Lacey, L.A.** (2013). Biopesticides. – *Insects Pests of potato*. pp. 463-497.
- Stanley, D.A., Gunning, D., Stout, J.C.** (2013). Pollinators and pollination of oilseed rape crops (*Brassica napus* L.) in Ireland: ecological and economic incentives for pollinator conservation. *J. Insect Conserv.* Vol 17, pp. 1181–1189.
- Stout J.C., Morales C.L.** (2009) Ecological impacts of invasive alien species on bees.- *Apidologie*. vol. 40, pp. 388–409.
- Zayed, A.** (2009) Bee genetics and conservation. – *Apidologie*. vol. 40, pp. 237–262.

Zimmer, C.T., Köhler, H., Nauen, R. (2013). Baseline susceptibility and insecticide resistance monitoring in European populations of *Meligethes aeneus* and *Ceutorhynchus assimilis* collected in winter oilseed rape. - *Entomologia Experimentalis Et Applicata*. vol. 150, pp. 279- 288.

Zhang, HL., Zhang, HM. (1998). New direction of pesticide development: biopesticides. - *Journal of Modern Agriculture*, vol.4, pp. 9

Zhelyazkova, I. (2012). Honeybees – bioindicators for environmental quality. - *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. vol. 18, pp. 435-442.

Zhukovskaya, M., Yanagawa, A., Forschler, B.T. (2013). Grooming Behavior as a Mechanism of Insect Disease Defense. - *Insects*. vol. 4, pp. 609-630.

Terry, L. A., Joyce, D. C., Adikaram, N. K. B, Khambay, B. P.S. (2004). Preformed antifungal compounds in strawberry fruit and flower tissues.- *Postharvest Biology and Technology*. vol. 31, pp. 201-212.

Tiilikainen, T.M., Hokkanen, H.M.T. (2008). Pyrethroid resistance in Finnish pollen beetle (*Meligethes aeneus*) populations – is it around the corner?.- *OEPP/EPPO, Bulletin*. vol. 38, pp. 99–103.

Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D’Antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W.H., Simberloff, D., Swackhamer, D. (2001). Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change. -*Science*. vol. 292, pp. 281–284.

Thompson, H. M. (2001). Assessing the exposure and toxicity of pesticides to bumblebees (*Bombus* sp.).- *Apidologie*. vol. 32, pp. 305–321.

Tosi, S., Burgio, G., Nieh, J.C. (2017). A common neonicotinoid pesticide, thiamethoxam, impairs honey bee flight ability. –*Scientific Reports*. vol. 7, pp. 1-8.

Tucker D. L., Beresford C. H., Sigler L. and Rogers K. (2004) Disseminated *Beauveria bassiana* infection in a patient with acute lymphoblastic leukemia. *J Clin Microbiol*. vol 42, pp. 5412-5414.

United States Environmental Protection Agency (EPA).(2012). Pesticides Industry sales and usage.- 2006-2007 pesticide Market Estimates. pp. 1-32.

United States Environmental Protection Agency (EPA). (2017). Biopesticides. [WWW] <https://www.epa.gov/pesticides/biopesticides> (09.04.2018)

Unsworth, J. (2010). History of pesticides use. International Union of Pure and Applied Chemistry. [WWW]

https://agrochemicals.iupac.org/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=3&sobi2Id=31 (05.05.18)

Uusna, S., Lõiveke, H., Müür, J., Ilumäe, E. (2004). Taimekaitse soovitusi.- Eesti Maaviljeluse Instituut. Saku. pp. 1-46

Vega, F. E. (2008). Insect pathology and fungal endophytes.- *Journal of Invertebrate Pathology*. vol 98. pp. 277-279.

Veromann, E., Luik, A., Metspalu, L., Williams, I. (2006). Key pests and their parasitoids on spring and winter oilseed rape in Estonia. *Entomologica Fennica*, vol 17. pp. 400–404.

Veromann, E., Toome, M. (2011). Pollen beetle (*Meligethes aeneus* Fab) susceptibility to synthetic pyrethroids – pilot study in Estonia. -*Agronomy Research*. vol. 9, pp. 365–369.

Virto, I., Imaz, M.J., Fernandez-Ugalde, O., Gartzia-Bengoetxea, N., Enrique, A., Bescansa, P. (2015). Soil Degradation and Soil Quality in Western Europe: Current Situation and Future Perspectives.- *Sustainability/ Rosen, M. A., Karlen, D. L.* vol. 7, pp. 313-365.

Williams, I.H. (1994) The dependence of crop production within the European Union on pollination by honeybees. - *Agricultural Zoology Reviews*. vol. 6, pp. 229-257.

Williams, I.H. (2002). Insect pollination and crop production: a European perspective. *Pollinating Bees- Conserv.* -Faculty of Agricultural, Life & Environmental Sciences. pp. 59–65.

Williams, I.H. (2010). The Major Insect Pests of Oilseed Rape in Europe and Their management.- *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*. Tartu. pp. 1- 15.

Williams, P.H., Osbornse, J.L. (2009). Bumblebee vulnerability and conservation world-wide.- *Apidologie*. vol. 40, pp. 367-387.

Winston, M. (2001). Bees under glass. *Bee Cult.* vol. 129, pp. 13-16.

Wegorek, P., Zamoyska, J. (2008). Current status of resistance in pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) to selected active substance of insecticides in Poland. - *Bulletin OEPP*. vol. 38, pp. 91–94.

Wu, J.Y., Anelli, C.M., Sheppard, W.S. (2011). Sub-lethal effects of Pesticides residues in brood comb on worker honey bee (*Apis mellifera*) development and longevity. – *PlosOne*. vol. 6.

Wu, S., Gao, Y., Zhang, Y., Wang, E., Xu, X., Lei, Z. (2014). An Entomopathogenic Strain of *Beauveria bassiana* against *Frankliniella occidentalis* with no Detrimental Effect on the Predatory Mite *Neoseiulus barkeri*: Evidence from Laboratory Bioassay and Scanning Electron Microscopic Observation. – *Plos One*. vol. 9, pp. 1-7

Xiao, G., Ying, S.H., Zheng, P., Wang, Z-L., Zhang, S., Xie, X-q.,Y., Shang, Leger, R. J.St., Wang, C., Feng, M.G. (2012). Genomic perspectives on the evolution of fungal entomopathogenicity in *Beauveria bassiana*. - Scientific Reports. vol. 2, 483.

LISA

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, _____ **Eveli Eliaser** _____,
(*autori nimi*)

sünniaeg 03.12.1992,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Naeri-hiilamardikate ja tolmeldajate nakatumine entomopatogeense seenega *Beauveria Bassiana* kasutades preparaati BotaniGard 22WP rapsil
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on Reet Karise, PhD ja Prof Marika Mänd,
(*juhendaja(te) nimi*)

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(*allkiri*)

Tartu, _____22.05.2018_____
(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____22.05.2018_____
(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev*)

_____22.05.2018_____
(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev*)